

# HYDRODYNAMIC ASSEMBLY

**Publication number:** DE10163485

**Publication date:** 2003-09-25

**Inventor:** KLEMENT WERNER (DE); VOGELSANG KLAUS (DE);  
BECKE MARTIN (DE); KERNCHEN REINHARD (DE);  
DIELE KARL-HEINZ (DE)

**Applicant:** VOITH TURBO KG (DE)

**Classification:**

- international: **F16D33/16; F16D33/18; F16D33/00;** (IPC1-7):  
F16H41/30; F16D33/06

- european: F16D33/16; F16D33/18

**Application number:** DE20011063485 20011221

**Priority number(s):** DE20011063485 20011221

**Also published as:**



WO03054407 (A1)

EP1456551 (A1)

EP1456551 (A0)

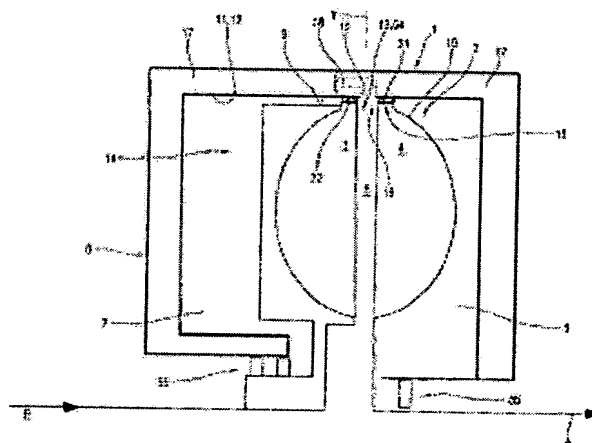
EP1456551 (B1)

**Report a data error here**

Abstract not available for DE10163485

Abstract of corresponding document: **WO03054407**

The invention relates to a hydrodynamic assembly, characterised by the following features: the hydrodynamic assembly (2) is devoid of a primary impeller shell that is coupled to the primary impeller (3) in a rotationally fixed manner and surrounds the axis and circumference of the secondary impeller (4); the internal wall (11) of the static housing (6) and at least one respective section of the external circumference of the primary impeller and secondary impeller delimit an impeller side chamber (7, 8) in an axial direction; a gap (13) is provided in a radial direction between the primary impeller and the secondary impeller and an internal wall section that faces towards the impellers in a radial direction; at least one section of said gap is sealed in relation to the impeller side chambers (7, 8) by means of a contactless sealing system (15); the assembly is provided with at least one outlet (16) from the working chamber, located on the impeller or between the two impellers; the exit (16) leads into the section of the gap that is sealed in relation to the impeller side chambers by means of the contactless sealing system.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)



2u PG 06187

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 101 63 485 C 1

⑤1 Int. Cl. 7:  
F 16 H 41/30  
F 16 D 33/06

(12)

②1 Aktenzeichen: 101 63 485.4-12  
②2 Anmeldetag: 21. 12. 2001  
④3 Offenlegungstag: -  
④5 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 25. 9. 2003

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:

Voith Turbo GmbH & Co. KG, 89522 Heidenheim,  
DE

⑦4 Vertreter:

Dr. Weitzel & Partner, 89522 Heidenheim

⑦2 Erfinder:

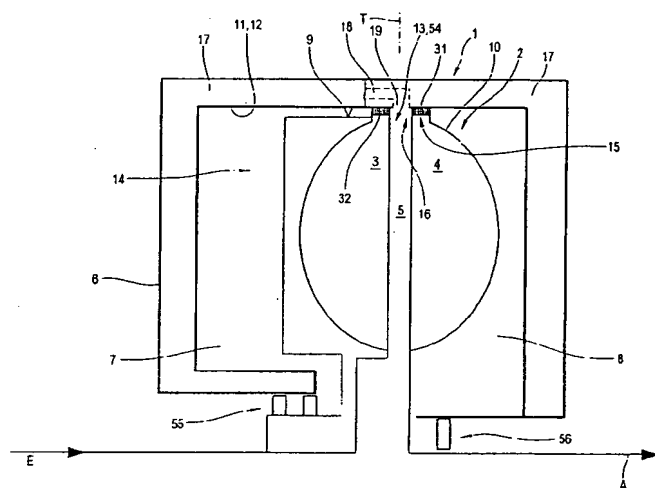
Klement, Werner, Prof., 89520 Heidenheim, DE;  
Vogelsang, Klaus, 74564 Crailsheim, DE; Becke,  
Martin, 89075 Ulm, DE; Kernchen, Reinhard, Dr.,  
74589 Satteldorf, DE; Diele, Karl-Heinz, 74589  
Satteldorf, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 91 94 49C  
CH 3 08 072

⑤4 Hydrodynamische Baueinheit

- ⑤7 Hydrodynamische Baueinheit (1; 1.4; 1.8a; 1.8b)  
1.1 mit einem Eingang (E) und einem Ausgang (A) und ei-  
nem dazwischen angeordneten hydrodynamischen Bau-  
element (2; 2.4), umfassend ein mit dem Eingang (E) dreh-  
fest verbindbares Primärschaufelrad (3; 3.4) und ein mit  
dem Ausgang (A) drehfest verbindbares Sekundärschau-  
felrad (4; 4.4), die einen Arbeitsraum (5; 5.4) bilden,  
1.2 das hydrodynamische Bauelement (2; 2.4) ist frei von  
einem Leitrad;  
1.3 mit einem, das Primärschaufelrad (3; 3.3a; 3.3b; 3.4;  
3.5b; 3.5d; 3.5c; 3.8a; 3.8b) und das Sekundärschau-  
felrad (4; 4.3a; 4.3b; 4.4; 4.5b; 4.5d; 4.5c; 4.8a; 4.8b) umschlie-  
ßenden ruhenden Gehäuse (6);  
1.4 das hydrodynamische Bauelement (2; 2.4) ist frei von  
einer mit dem Primärschaufelrad (3; 3.4) drehfest gekop-  
pelten und das Sekundärschaufelrad (4; 4.4) in axialer und  
in Umfangsrichtung umschließenden Primärschaufelrad-  
schale;  
1.5 die Innenwand (11) des ruhenden Gehäuses (6) und  
wenigstens ein Teil der Außenumfänge von Primärsch-  
aufelrad (3; 3.4) und Sekundärschaufelrad (4; 4.4) begren-  
zen in axialer Richtung jeweils einen Schaufelradneben-  
raum (7, 8);  
1.6 zwischen dem Primärschaufelrad (3; 3.4) und dem Se-  
kundärschaufelrad (4; 4.4) und einem in radialer Richtung  
zu den Schaufelrädern hin weisenden Teil der Innenwand  
(11) des Gehäuses (6) ist in radialer Richtung ein Spalt  
(13) vorgesehen;  
1.7 wenigstens ein Teil (54) des Spaltes (13) ist mittels ei-  
nes berührungsfreien Dichtsystems (15; 15.4) gegenüber  
den Schaufelradnebenräumen (7, 8) abgedichtet;  
1.8 mit mindestens einem, an einem Schaufelrad (3, 4;  
3.4, 4.4) oder zwischen diesen angeordneten Austritt (16)  
aus dem Arbeitsraum (5);  
1.9 der Austritt (16) mündet in den mittels des berüh-  
rungsfreien Dichtungssystems (15; 15.4) gegenüber den  
Schaufelradnebenräumen (7, 8) abgedichteten Teil (54)  
des Spaltes (13).



DE 101 63 485 C 1

DE 101 63 485 C 1

[0001] Die Erfindung betrifft eine hydrodynamische Baueinheit, im einzelnen mit den Merkmalen aus dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Hydrodynamische Baueinheiten werden in Getriebebaueinheiten als Anfahrereinheit eingesetzt. Denkbar ist auch die Ausführung als kombinierte Anfahr- und/oder Bremseinrichtung. Aus der Druckschrift WO 00/55020 ist eine Ausführung einer Anfahrereinheit bekannt, welche ein hydrodynamisches Bauelement in Form einer hydrodynamischen Kupplung und eine Überbrückungskupplung umfaßt. Die hydrodynamische Kupplung und die Überbrückungskupplung sind parallel geschaltet. In der Regel weisen derartige hydrodynamische Kupplungen eine sogenannte Pumpenradschale auf, welche drehfest mit dem Primärschaufelrad verbunden ist. Diese umschließt das Sekundärschaufelrad in axialer Richtung und in radialer Richtung fast vollständig. Um während des Betriebes der hydrodynamischen Kupplung die entstehende Wärme abzuführen, ist dieser in der Regel ein externer Kühlmittelkreislauf zugeordnet, über welchen Betriebsmittel aus dem Arbeitsraum nach außerhalb des Arbeitsraumes geführt wird und nach Kühlung wieder in den Arbeitsraum eintritt. Derartige durchflußgesteuerte Kupplungen sind für eine Vielzahl von Einsatzfällen, insbesondere für stationäre Anwendungen bekannt. In der Regel wird zur Realisierung eines Betriebsmittelumlaufes außerhalb des torusförmigen Arbeitsraumes ein Schöpfrohr verwendet, welches das Betriebsmittel aus der rotierenden Pumpenradschale aufnimmt und wieder dem Eintritt in den torusförmigen Arbeitsraum zuführt. Für Ausführungen als Anfahrereinheit in Getriebebaueinheiten stellt sich dabei die Problematik, daß derartige hydrodynamische Baueinheiten in axialer Richtung enormen Bauraum benötigen, welche insbesondere für den Einsatz in Fahrzeugen nicht zur Verfügung steht. Eine Alternative besteht im Vorsehen einer separaten Füllpumpeneinrichtung, welche den hydrodynamischen Kreislauf außerhalb des torusförmigen Arbeitsraumes unterstützt. Allerdings ist auch diese Ausführung mit Zusatzaufwand verbunden. Ein wesentlicher Nachteil besteht auch darin, daß die Durchsatzmenge von der Menge des aus dem torusförmigen Arbeitsraum austretenden Betriebsmittels während des Betriebes und den Gegebenheiten des externen Kreislaufes abhängt. Insbesondere für den Einsatz in Fahrzeugen muß jedoch aufgrund der Dauerbelastung mit sehr hohen Durchsatzmengen gerechnet werden. Diese stellen ein wesentliches Problem dar, welche ohne zusätzliche Hilfsmittel nicht befriedigend erzielt werden können.

[0003] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine hydrodynamische Baueinheit für den Einsatz als Anfahr- und/oder Bremseinheit derart weiter zu entwickeln, daß in allen Betriebszuständen eine optimale Betriebsweise gewährleistet wird, insbesondere eine optimale Betriebsmitteltemperatur gewährleistet werden kann. Dies bedeutet, daß aufgrund der sehr hohen Drehzahl beim Einsatz in Fahrzeugen ein sehr hoher Durchsatz im externen Kreislauf erzielt werden muß. Die erfindungsgemäße Lösung soll sich dabei durch einen möglichst geringen konstruktiven Aufwand auszeichnen, wobei die axiale Baulänge möglichst gering zu halten ist.

[0004] Die erfindungsgemäße Lösung ist durch die Merkmale des Anspruchs 1 charakterisiert. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen wiedergegeben.

[0005] Die hydrodynamische Baueinheit umfaßt einen Eingang und einen Ausgang und ein dazwischen angeordnetes hydrodynamisches Bauelement, umfassend ein mit dem Eingang wenigstens mittelbar, d. h. direkt oder indirekt drehfest verbundenes Primärschaufelrad und ein mit dem

Ausgang drehfest verbindbares Sekundärschaufelrad, die miteinander einen Arbeitsraum bilden, der torusförmig ist. Das hydrodynamische Bauelement ist frei von einem Leitrad, d. h. es handelt sich lediglich um eine Drehzahlwandlungseinrichtung, so daß für eine bestimmte vorgegebene zu übertragende Leistung lediglich eine Variation hinsichtlich der Drehzahl an der Abtriebsseite möglich ist. Zwischen An- und Abtriebsseite, d. h. Primär- und Sekundärschaufelrad, herrscht dabei Momentengleichheit. Beide Schaufelräder sind des weiteren von einem ruhenden Gehäuse umschlossen. Dies bedeutet, daß das hydrodynamische Bauelement frei von einer mit dem Primärschaufelrad drehfest gekoppelten und das Sekundärschaufelrad in axialer und in Umfangsrichtung umschließenden Primärschaufelradschale ist. Im vom ruhenden Gehäuse gebildeten Innenraum sind somit lediglich die beiden Schaufelräder – Primärschaufelrad und Sekundärschaufelrad – angeordnet. Das ruhende Gehäuse bietet dabei den Vorteil, daß insbesondere bei füllungsgradgesteuerten hydrodynamischen Bauelementen in Form von hydrodynamischen Kupplungen, bei welchen das Sekundärschaufelrad drehfest im Betrieb mit dem Ausgang verbunden ist, den Druck als zu verarbeitende Eingangsgröße im ruhenden Gehäuse als proportionale Größe zum Füllungsgrad abgegriffen werden kann, wobei der Abgriff im ruhenden Gehäuse relativ einfach zu bewerkstelligen ist und der dafür erforderliche Aufwand sehr gering gehalten werden kann. Die Innenwand des ruhenden Gehäuses und die Außenumfänge von Primärschaufelrad und Sekundärschaufelrad begrenzen dabei in axialer Richtung jeweils einen Schaufelradnebenraum. Im Schaufelradnebenraum sind keine weiteren in axialer Richtung angeordneten und sich in radialer Richtung erstreckenden Trennwände vorgesehen. In radialer Richtung ist zwischen dem Gehäuse und den Außenumfängen der Schaufelräder ein Spalt vorgesehen. Wenigstens ein Teil des Spaltes ist gegenüber dem restlichen Innenraum, d. h. den Schaufelradnebenräumen abgedichtet. An einem der beiden Schaufelräder ist ferner mindestens ein Austritt aus dem Arbeitsraum vorgesehen, welcher in den mittels des berührungsfreien Dichtsystems gegenüber den Schaufelradnebenräumen abgedichteten Teil des Spaltes mündet. Das Betriebsmittel aus dem Spalt wird des weiteren über das ruhende Gehäuse mit oder ohne Zwischenspeicherung oder über in diesem angeordnete Kanäle oder Hohlräume abgeführt. Zu diesem Zweck ist der radiale Spalt mit mindestens einem Hohlraum im Gehäuse gekoppelt. Während des Betriebes des hydrodynamischen Bauelementes gelangt Betriebsmittel aus dem Arbeitsraum über den Austritt in den Spalt. Dadurch baut sich in diesem Raum ein hoher nutzbarer Druck auf, welcher proportional zum Druck im Arbeitsraum ist. Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung ist der Hohlraum bzw. der Kanal als Spiralkanal, ausgeführt.

[0006] Unter einem weiteren Aspekt der Erfindung liegt die Größe des abgedichteten Teils des Spaltes in radialer Richtung durch eine Größenangabe im Bereich zwischen 0 und einschließlich 25% des Querschnittes von Ein- und Austritt in bzw. aus dem Arbeitsraum. Dadurch baut sich in diesem Raum ein sehr hoher nutzbarer Druck auf, welcher aufgrund der hohen Druckdifferenz zwischen diesem Raum und dem Eintritt bzw. Zufuhrraum zum torusförmigen Arbeitsraum der Aufrechterhaltung eines Betriebsmittelstromes vom Arbeitsraum zum Arbeitsraum in allen Betriebszuständen der hydrodynamischen Kupplung bei Führung in einem Kreislauf gewährleistet. Das Betriebsmittel wird dabei als Teilströmung zum eigentlichen Arbeitskreislauf im torusförmigen Arbeitsraum über Kanäle im Gehäuse oder über ein Leitungssystem geführt. Die Zufuhr erfolgt wiederum zum Eintritt in den Arbeitsraum des hydrodynamischen

schen Bauelementes. Insbesondere bei druckdichter Ausführung des geschlossenen Kreislaufes, welcher vom Arbeitskreislauf im torusförmigen Arbeitsraum und im externen Teil, welcher außerhalb des Arbeitsraumes geführt wird, gebildet wird, kann ein durch das hydrodynamische Bauelement selbst erzeugter Druck im Gesamtsystem aufrechterhalten werden. Dieser Kreislauf funktioniert dabei frei von zusätzlichen Fördereinrichtungen und ist dabei nicht an entsprechende Restriktionen bezüglich der Leitungsführung gebunden. Der externe Teil des geschlossenen Kreislaufes kann dabei für sich allein schon als Kühlkreislauf bezeichnet werden, da über die Leitungsverbindungen zwischen dem Ablauf und dem Zulauf Wärme durch Wärmestrahlung abgeführt werden kann. Zusätzlich können in vorteilhafter Weise Kühleinrichtungen in diesen integriert werden. Zur druckdichten Ausführung ist dabei erforderlich, daß sowohl die beiden Schaufelräder gegenüber dem Gehäuse abgedichtet werden, d. h. dichtend geführt, und des weiteren, daß zwischen dem Primärschaufelrad und dem Sekundärschaufelrad ebenfalls im radial inneren Bereich, d. h. unterhalb einer radialen Erstreckung des torusförmigen Arbeitsraumes eine Dichtung vorgesehen ist. Diese Dichtungen sind vorzugsweise alle als berührende Dichtungen ausgeführt. Ausführungen mit Drehdurchführungen sind ebenfalls denkbar. [0007] Unter einem weiteren Aspekt können bei druckdichter Ausführung des geschlossenen Kreislaufes Mittel zur Erzeugung eines Beeinflussungsdruckes auf das im geschlossenen Kreislauf geführte Betriebsmittel vorgesehen werden, d. h. es besteht zusätzlich die Möglichkeit, den Füllungsgrad des hydrodynamischen Bauelementes zu steuern. Unter einem weiteren Aspekt ist im geschlossenen Kreislauf mindestens eine Knotenstelle zum wahlweisen Anschluß von Mitteln zur Befüllung und/oder Entleerung und/oder Mittel zur Druckvorgabe im System angeordnet. Die Mittel zur Druckvorgabe sind dabei vorzugsweise druckdicht an den geschlossenen Kreislauf angeschlossen und dienen der Erzeugung eines statischen Überlagerungsdruckes im geschlossenen Kreislauf. Vorzugsweise umfassen die Mittel zur Druckvorgabe einen druckdicht abgeschlossenen Behälter, welcher druckdicht mit dem geschlossenen Kreislauf verbunden ist. Die Druckvorgabe erfolgt dabei durch Aufbringen eines Druckes auf den Behälterspiegel. Eine andere Möglichkeit besteht in der Erzeugung eines Druckes durch zusätzliche Elemente. Entscheidend ist jedoch, daß durch Aufbringen eines Druckes im geschlossenen Kreislauf eine Möglichkeit der Steuerung und Regelung bei Rückführung gegeben ist. Insbesondere für die Regelung ist es besonders günstig, wenn die Regelgröße, d. h. der Druck, in optimaler Weise wie mit der erfindungsgemäßen Lösung im ruhenden Gehäuse abgegriffen werden kann und eine entsprechend zuverlässige Aussage über den Druck im Arbeitsraum ermöglicht.

[0008] Die Mittel zur Befüllung umfassen in der Regel eine Betriebsmittelspeichereinrichtung und Mittel zum Betriebsmitteltransport. Unter einem weiteren Aspekt der Erfindung werden zur Vereinfachung des Gesamtsystems die Mittel zur Befüllung und Entleerung und die Mittel zur Druckvorgabe von einem System gebildet. Die Befüllung und Entleerung erfolgt dabei vorzugsweise ebenfalls über den druckdicht an das geschlossene System angeschlossenen Behälter und Ausübung eines Druckes auf den Behälterspiegel oder über Pumpeinrichtungen.

[0009] Für die Ausführung der Dichtungen selbst, insbesondere des berührungsfreien Dichtsystems bestehen eine Vielzahl von Möglichkeiten. Dieses umfaßt vorzugsweise zwei in Umfangsrichtung verlaufende berührungsfreie Dichtungen zwischen den Schaufelrädern und dem Gehäuse. Vorzugsweise sind die berührungsfreien Dichtungen

als Labyrinthdichtungen ausgeführt. Dabei kann das Labyrinth als einseitiges oder zweiseitiges Labyrinth ausgestaltet werden. Die Labyrinthdichtung kann ferner als axiales oder radiales Labyrinth oder eine Mischform ausgeführt sein. Die einzelnen Möglichkeiten können miteinander kombiniert werden. Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung wird jedoch ein einseitiges axiales Labyrinth verwendet, wobei die Dichtflächen, welche vom Gehäuse gebildet werden, vorzugsweise eben ausgeführt sind. Dies bietet den Vorteil, daß standardisierte Gehäuse verwendet werden können, an deren Herstellung nur geringe Anforderungen hinsichtlich der Genauigkeit zu stellen sind. Die jeweils dazu komplementäre Dichtfläche, welche von Vorsprüngen und Ausnehmungen, die in alternierender Weise angeordnet sind, geprägt wird, kann dann an einem der Schaufelräder oder an beiden angeordnet sein. Entscheidend ist, daß die beiden Dichtstellen beidseitig eines Austrittes aus dem Arbeitsraum angeordnet sind.

[0010] Bei Ausführungen mit zweiseitigem Labyrinth ist dieses vorzugsweise als radiales Labyrinth ausgerichtet, wobei die Vorsprünge und Ausnehmungen einer Dichtfläche jeweils in Arbeitsraum ausgerichtet sind. Diese Möglichkeit ist durch eine einfache Montage charakterisiert.

[0011] Bezüglich der Anordnung der Dichtungen können folgende Möglichkeiten unterschieden werden:

- a) Anordnung der ersten berührungsfreien Dichtung zwischen Sekundärschaufelrad und Gehäuse und Anordnung der zweiten berührungsfreien Dichtung zwischen Primärschaufelrad und Gehäuse und Austritt aus dem Arbeitsraum im Bereich der Trennebene T zwischen Sekundärschaufelrad und Primärschaufelrad
- b) Anordnung der ersten berührungsfreien Dichtung zwischen Sekundärschaufelrad und Gehäuse und Anordnung der zweiten berührungsfreien Dichtung zwischen Primärschaufelrad und Gehäuse und Austritt aus dem Arbeitsraum am Primärschaufelrad
- c) Anordnung der berührungsfreien Dichtung am Sekundärschaufelrad im Bereich der Trennebene und am Primärschaufelrad in Arbeitsraum hinter dem Austritt aus dem Arbeitsraum
- d) Anordnung beider berührungsfreien Dichtungen zwischen dem Primärschaufelrad beidseits eines Austrittes am Primärschaufelrad
- e) Anordnung der beiden Dichtungen zwischen einem drehfest mit dem Primärschaufelrad gekoppelten Element und dem Gehäuse und Anordnung des Austrittes am Primärschaufelrad

[0012] Die unter e) genannte Möglichkeit beinhaltet des weiteren die Ausgestaltung eines Spaltes in radialer Richtung zwischen dem Außenumfang des Sekundärschaufelrades und dem drehfest mit dem Primärschaufelrad gekoppelten Element. Dieses Element ist ringförmig ausgeführt und wird bei Ausbildung der Dichtungen als Labyrinth auch als Labyrinthring bezeichnet. Das ringförmige Element erstreckt sich dabei in axialer Richtung über einen Teil der axialen Erstreckung des Sekundärschaufelrades und bildet in radialer Richtung mit dem Außenumfang des Sekundärschaufelrades einen Spalt sehr geringer Größe, wobei dieser Spalt eine Spaltdichtung bildet. Das heißt, in diesem Fall ist zusätzlich noch eine weitere berührungsfreie Dichtung zwischen dem Sekundärschaufelrad und dem Labyrinthring vorgesehen. Die Lösung mit dem Labyrinthring bietet den Vorteil, daß hier auf standardmäßige Schaufelräder zurückgegriffen werden kann, die lediglich durch das Bauelement Labyrinthring ergänzt werden müssen. Eine Anpassung der Ausgestaltung des Primärschaufelrades selbst ist

nicht erforderlich.

[0013] Die erfindungsgemäße Lösung bietet den Vorteil, daß die hydrodynamische Baueinheit als völlig autarke Einheit für unterschiedliche Anwendungszwecke vormontiert und geliefert werden kann. Diese kann dann mit anderen Komponenten zu einer Gesamteinheit zusammengefügt werden. Beispielsweise kann diese für den Einsatz in Automaten- oder Schaltgetriebebaueinheiten, insbesondere mit Eignung für den Einsatz im automatisierten Schaltgetriebe mit einer Überbrückungskupplung kombiniert werden. Ferner kann gemäß einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung zur Erzielung positiver Effekte das hydrodynamische Bauelement als Anfahr- oder Abfahr-Element ausgestaltet werden, wobei das hydrodynamische Bauelement in Form der hydrodynamischen Kupplung als Anfahr-Element fungiert, dessen Antrieb mit dem Eingang und dessen Abtrieb mit dem Ausgang gekoppelt ist, wobei zwischen dem Abtrieb des Anfahr-Elementes und dem Ausgang der hydrodynamischen Baueinheit und damit der Anfahr- oder Abfahr-Einheit ein Freilauf vorgesehen ist. Dieser Freilauf ermöglicht als richtungsgeschaltete Kupplung dabei folgende Funktionszustände:

1. Ist die Drehzahl auf der Abtriebsseite des Anfahr-Elementes, d. h. dem Turbinenrad, gleich der am Ausgang wird ein Moment vom Turbinenrad auf den Ausgang übertragen.
2. Ist die Drehzahl des Turbinenrades, d. h. des Abtriebes des hydrodynamischen Bauelementes, geringer als am Ausgang der hydrodynamischen Baueinheit wird über das Turbinenrad, d. h. das Sekundärschaukelrad, kein Moment auf den Ausgang übertragen. Das Sekundärschaukelrad läuft frei. Diese Lösung bietet neben der Realisierung eines nahezu verschleißfreien Anfahr- oder Abfahr-Vorganges den Vorteil, daß während des Schaltvorganges das hydrodynamische Bauelement nicht entleert werden muß und auch keine zusätzliche drehende Kupplung zur Leistungsunterbrechung erforderlich ist. Die Abkopplung des Einganges und damit der Getriebeeingangswelle von den nachgeordneten Schaltstufen erfolgt allein über den Freilauf und sichert somit die Funktion der Synchronvorrichtung im Schaltgetriebe.

[0014] Unter einem weiteren Aspekt der Erfindung ist zusätzlich eine Überbrückungskupplung vorgesehen, die parallel zum hydrodynamischen Bauelement geschaltet ist, jedoch nur während zeitlich geringer oder definierten Phasen gemeinsam mit dem hydrodynamischen Bauelement in Eingriff ist, wobei der Leistungsfluß zwischen dem Eingang und dem Ausgang der Anfahr- oder Abfahr-Einheit unterbrechbar ist. Diese Unterbrechbarkeit kann dabei beim Einsatz der Anfahr- oder Abfahr-Einheit in automatisierten Schaltgetrieben mit dem der Anfahr- oder Abfahr-Einheit nachgeordneten mechanischen Getriebeteil durch die Schaltbarkeit der Überbrückungskupplung bei gleichzeitiger Entleerung bzw. bereits geleerter hydrodynamischer Kupplung oder beim Einsatz in automatisierten Schaltgetrieben mit mechanischem Getriebeteil oder Nach- bzw. Gruppenschaltstufen beim Umschalten zwischen den unteren Gangstufen durch die Entleerung der hydrodynamischen Kupplung, d. h. des hydrodynamischen Bauelementes, erfolgen. Vorzugsweise werden bei einer derartigen Ausführung die Abtriebsseiten der hydrodynamischen Kupplung und der Überbrückungskupplung drehfest miteinander über den Freilauf gekoppelt. Der Vorteil einer derartigen Anordnung wiederum besteht im wesentlichen darin, daß nur zwei Zustände bezüglich der Leistungsübertragung unterschieden werden müssen, wobei diese rein mechanisch über die Überbrückungskupplung oder hydrodynamisch über das hydrodynamische Bauelement erfolgt. Durch die

geeignete Ansteuerung können dabei zusätzlich die Vorteile der hydrodynamischen Leistungsübertragung für bestimmte Fahrzustände optimal genutzt werden. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, bei Ausführung mit Freilauf durch Zuordnung einer Einrichtung zum wahlweisen Festhalten des Sekundärschaukelrades das im Traktionsbetrieb als hydrodynamische Kupplung betreibbare Element wahlweise auch als hydrodynamischen Retarder zu betreiben und damit eine verschleißfreie Bremsvorrichtung unter Ausnutzung vorhandener Bauelemente zu ermöglichen. Eine separate hydrodynamische Bremsvorrichtung, welche insbesondere beim Einsatz in Nutzfahrzeugen Verwendung findet, kann dabei entfallen. Die Ventilationsverluste dieses Retarders beim Einsatz der hydrodynamischen Baueinheit als kombinierte Anfahr-/Bremsvorrichtung sind im Vergleich zum konventionellen Retarder gering. Die Einrichtung zum Festhalten bzw. zur Ankopplung des Sekundärschaukelrades am Gehäuse ist im einfachsten Fall als Bremsvorrichtung vorzugsweise in Scheibenbauweise ausgeführt. Diese wird am Abtrieb der hydrodynamischen Kupplung, d. h. am Sekundärschaukelrad, wirksam. Die Anbindung des Bremsbauelementes am Sekundärschaukelrad erfolgt dabei zwischen Turbinenrad und Freilauf.

[0015] Die erfindungsgemäße Lösung wird nachfolgend anhand von Figuren erläutert. Darin ist im einzelnen folgendes dargestellt:

[0016] Fig. 1 verdeutlicht in schematisch vereinfachter Darstellung den Grundaufbau einer erfindungsgemäß gestalteten hydrodynamischen Baueinheit;

[0017] Fig. 2a verdeutlicht in schematisch vereinfachter Darstellung eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäß gestalteten hydrodynamischen Baueinheit mit im Gehäuse vollständig integriertem externen Kreislauf;

[0018] Fig. 2b verdeutlicht in schematisch vereinfachter Darstellung eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäß gestalteten hydrodynamischen Baueinheit mit im Gehäuse teilweise integriertem externen Kreislauf;

[0019] Fig. 3, 3a bis 3c verdeutlichen unterschiedliche Ausführungsformen der Dichtflächen;

[0020] Fig. 4 verdeutlicht eine Ausführungsform mit Anordnung des Dichtsystems auf einem Labyrinthring;

[0021] Fig. 5a bis 5d zeigen Anordnungen eines Austrittskanals;

[0022] Fig. 6 verdeutlicht in schematisch vereinfachter Darstellung eine Ausführungsform der Querschnittsverläufe eines Austrittskanals;

[0023] Fig. 7a und 7b verdeutlichen mögliche Querschnitte eines Austrittskanals;

[0024] Fig. 8a und 8b verdeutlichen in schematisch vereinfachter Darstellung mögliche Anwendungen einer erfindungsgemäß gestalteten hydrodynamischen Baueinheit;

[0025] Fig. 9 verdeutlicht die Möglichkeit der Füllungsgradsteuerung für eine Ausführungsform gemäß Fig. 2b;

[0026] Fig. 10 verdeutlicht eine spiralförmige Ausgestaltung eines im Gehäuse mit dem Eintritt und dem Austritt gekoppelten Kanals zur Betriebsmittelführung im geschlossenen Kreislauf.

[0027] Die Fig. 1 verdeutlicht anhand einer schematisch vereinfachten Darstellung den Grundaufbau einer erfindungsgemäß gestalteten hydrodynamischen Baueinheit 1 mit einem Eingang E und einem Ausgang A. Diese umfaßt ein hydrodynamisches Bauelement 2. Das hydrodynamische Bauelement weist ein drehfest mit dem Eingang E verbundenes Primärschaukelrad 3 und ein drehfest mit dem Ausgang A koppelbares Sekundärschaukelrad 4 auf, die miteinander einen Arbeitsraum 5 bilden, welcher torusförmig ausgestaltet ist. Das hydrodynamische Bauelement 2 ist frei von einem Leitrad. Entsprechend der Lagerung und drehfesten

Anbindung von Primärschaufelrad 3 und Sekundärschaufelrad 4 ist das hydrodynamische Bauelement 2 als hydrodynamische Kupplung und wahlweise zusätzlich als Bremseinrichtung betreibbar. Bei Ausführung des hydrodynamischen Bauelementes 2 als hydrodynamische Kupplung fungiert im Traktionsbetrieb bei Leistungsübertragung vom Eingang E zum Ausgang A das Primärschaufelrad 3 als Pumpenrad und das Sekundärschaufelrad 4 als Turbinenrad. Die hydrodynamische Baueinheit 1 umfaßt ferner ein ruhendes Gehäuse 6, welches die beiden Schaufelräder in axialer und radialer Richtung unter Bildung wenigstens zweier sogenannter Schaufelradnebenräume 7 und 8 umschließt. Die hydrodynamische Baueinheit 1 ist ferner frei von einer drehfest mit dem Primärschaufelrad 3 gekoppelten Primäradschale. Dies bedeutet, daß die Schaufelradnebenräume 7 und 8 direkt von den Außenumfängen der einzelnen Schaufelräder – dem Außenumfang 9 des Primärschaufelrades 3 und dem Außenumfang 10 des Sekundärschaufelrades 4 und der Innenwand 11 des ruhenden Gehäuses 6 – gebildet bzw. begrenzt werden. Die beiden Schaufelradnebenräume 7 und 8 bilden den Gehäuseinnenraum 14. In radialer Richtung ist zwischen der Innenwand 11 des Gehäuses 6, insbesondere der zu den Schaufelrädern – Primärschaufelrad 3 und Sekundärschaufelrad 4 – gerichteten Fläche oder Flächen 12 und den beiden Schaufelrädern – Primärschaufelrad 3 und Sekundärschaufelrad 4 – ein Spalt 13 vorgesehen. Dieser bzw. wenigstens ein Teil dessen ist gegenüber dem restlichen Gehäuseinnenraum 14, d. h. den Schaufelradnebenräumen 7 und 8, mittels eines berührungsfreien Dichtungssystems 15 abgedichtet. Der abgedichtete Teil des Spaltes 13 wird mit 54 bezeichnet. Am Primärschaufelrad 3 oder, wie in der Fig. 1 dargestellt im Bereich der Trennebene T zwischen den beiden Schaufelrädern 3 und 4 ist ein Austritt 16 aus dem torusförmigen Arbeitsraum 5 angeordnet. Dieser mündet in den abgedichteten Teil 54 des Spaltes 13. Die Schaufelräder, Primärschaufelrad 3 und Sekundärschaufelrad 4 bzw. die drehfest mit diesen gekoppelten Elemente, sind dicht im Gehäuse 6 geführt. Zwischen dem Eingang E bzw. einem wenigstens mittelbar drehfest mit diesem und dem Primärschaufelrad 3 gekoppelten Element und dem Gehäuse 6 ist wenigstens eine berührende Dichtung 55 vorgesehen. Dies gilt in Analogie auch für den Ausgang A bzw. dem mit diesem wenigstens mittelbar drehfest gekoppelten Sekundärschaufelrad 4. Die Dichtung zwischen Sekundärschaufelrad 4 bzw. dem Ausgang A oder einem wenigstens mittelbar, d. h. direkt oder indirekt über weitere Übertragungselemente mit diesem gekoppelten Sekundärschaufelrad 4 ist mit 56 bezeichnet.

[0028] Der abgedichtete Teil 54 des Spaltes 13 wiederum ist mit einem Raum außerhalb des Gehäuseinnenraumes 14 verbunden. Vorzugsweise erfolgt die Kopplung über in der Wand 17 des Gehäuses 6 angeordnete Kanäle oder Hohlräume 18. Dazu ist am Gehäuse 6 wenigstens ein Eintritt 19 vorgesehen, welcher mit dem abgedichteten Teil 54 des Spaltes 13 gekoppelt ist.

[0029] Die erfindungsgemäße Lösung ermöglicht es, Betriebsmittel aus dem torusförmigen Arbeitsraum 5 mit hohem Druck in den abgedichteten Teil 54 des Spaltes 13 und von diesem über den Eintritt 19 am Gehäuse 6 zu führen. Aufgrund des hohen Druckes kann das Betriebsmittel ohne zusätzliche Hilfsmittel, beispielsweise Pumpeinrichtungen, in einem zum Arbeitsraum 5 externen Kreislauf 20 geführt werden. Dieser externe Kreislauf 20 ist in den Fig. 2a und 2b für eine Ausführung gemäß Fig. 1 dargestellt. Dieser ist dem hydrodynamischen Bauelement 2, insbesondere dem Arbeitsraum 5 zugeordnet. Der externe Kreislauf 20 kann dabei, wie in der Fig. 2a schematisch dargestellt vollständig im ruhenden Gehäuse 6 integriert sein. Dieser ist dabei mit

20.2a bezeichnet. Diese Lösung stellt eine besonders vorteilhafte Ausführung dar, da hier bereits ein vollständiges System aus hydrodynamischer Baueinheit 1 mit integriertem externen Kreislauf 20.2a vormontiert angeboten werden kann. Dieser externe Kreislauf 20.2a ist Bestandteil eines Betriebsmittelversorgungssystems 21, welches im einfachsten Fall bei Ankoppelung an eine Betriebsmittelquelle aus dieser und dem geschlossenen Kreislauf 22 besteht. Dabei besteht ebenfalls die Möglichkeit, das gesamte Betriebsmittelversorgungssystem 21 im Gehäuse 6 der hydrodynamischen Baueinheit 1 zu integrieren. Eine weitere denkbare Möglichkeit besteht darin, daß Betriebsmittelversorgungssystem 21 aus geschlossenem Kreislauf 23, externem Kreislauf 20.2a und weiteren Komponenten, die auch Bestandteil anderer Betriebsmittelversorgungssysteme oder eines zentralen Betriebsmittelversorgungssystems sein können, zu bilden. Der geschlossene Kreislauf 20.2a, welcher Bestandteil des Betriebsmittelversorgungssystems 21 ist, kann dabei zum einen als Kühlkreislauf verwendet werden, welcher bei Betrieb des hydrodynamischen Bauelementes 2 immer eine bestimmte Menge an Betriebsmittel aus dem Arbeitskreislauf 23 im torusförmigen Arbeitsraum 5 abzweigt und extern über den Kreislauf 20.2a diesem wieder zuführt. Der externe Kreislauf 20.2a ist Bestandteil des geschlossenen Kreislaufes 22, der zusätzlich den sich im torusförmigen Arbeitsraum 5 einstellenden Arbeitskreislauf 23 umfaßt. Der externe Kreislauf 20.2a ist dazu mit mindestens einem Austritt 16 aus dem torusförmigen Arbeitsraum 5 und einem Eintritt 24 in den torusförmigen Arbeitsraum gekoppelt. Im externen Kreislauf 20.2a können Kühleinrichtungen 27.2a, beispielsweise in Form von Wärmetauschern 25, vorgesehen werden. Die Kühlung kann dabei allein durch den Umlauf oder, wie hier dargestellt, indirekt über einen Wärmetauscher 25 erfolgen. Ferner wird der externe Kreislauf 20.2a des geschlossenen Kreislaufes 22 dazu genutzt, um den Füllungsgrad des hydrodynamischen Bauelementes 2 zu steuern. Im torusförmigen Arbeitsraum 5 stellt sich dabei bei Betrieb des hydrodynamischen Elementes 2 ein sogenannter Arbeitskreislauf 23 ein, welcher auch als hydrodynamischer Kreislauf bezeichnet wird. Dieser ist im geschlossenen Kreislauf 22 integriert. Dem Arbeitskreislauf 23 ist dabei mindestens der Austritt 16 in Form eines Kanals 26 und ein Eintritt 24 zugeordnet. Der geschlossene Kreislauf 22 ist als geschlossenes Drucksystem ausgeführt, d. h. druckdicht. Zu diesem Zweck ist zwischen Primärschaufelrad 3 und Sekundärschaufelrad 4 zusätzlich im Bereich der Innenabmessungen des torusförmigen Arbeitsraumes 5 wenigstens eine Dichtung 57 vorgesehen. Diese ist als berührende Dichtung ausgeführt. Die druckdichte Ausführung bietet den Vorteil, durch Aufbringen eines Überlagerungsdruckes den Füllungsgrad aktiv steuern und zusätzlich regeln zu können.

[0030] Gegenüber der in der Fig. 2a dargestellten Ausführung der Führung des externen Kreislaufes 20.2a vollständig im Gehäuse 6, verdeutlicht die in der Fig. 2b dargestellte Ausführung die Führung des externen Teiles 20.2b schematisiert dargestellt nur teilweise im ruhenden Gehäuse 6. In diesem Fall weist das Gehäuse 6 Anschlüsse 27 und 28 auf, welche mindestens einen Austritt 29 aus dem Gehäuse und einen Eintritt 30 in das Gehäuse für einen Teil des externen Kreislaufes 20.2b verdeutlichen, hier der Anschluß 27 den Austritt 29 und der Anschluß 28 den Eintritt 30 in das Gehäuse 6.

[0031] Im externen, d. h. wenigstens teilweise außerhalb des Gehäuses 6 geführtem Kreislaufteil 20.2b des geschlossenen Kreislaufes 22 sind dabei Mittel 27.2b zur Beeinflussung der Temperatur des im geschlossenen Kreislauf 22 geführten Betriebsmittels vorgesehen. Diese umfassen eine

Kühleinrichtung zur direkten Kühlung des Betriebsmittels. Auch hier ist der geschlossene Kreislauf 22 Bestandteil des Betriebsmittelversorgungssystems.

[0032] Die Steuerung des Betriebsmittelvolumenstromes im geschlossenen Kreislauf 22, insbesondere im externen Teil 20.2a oder 20.2b, kann unterschiedlich erfolgen. Im einfachsten Fall erfolgt diese in Abhängigkeit der Drehzahl der rotierenden Kreislaufteile oder wird hinter dem Austritt 16 in einem Abströmraum oder einer, mit diesem gekoppelten Kammer zwischengespeichert. Um den gesamten Kreislauf 20.2a oder 20.2b selbstständig aufrechtzuerhalten ist eine hohe Strömungsgeschwindigkeit am Austritt 16 erforderlich. Diese wird durch die Meridianströmung im torusförmigen Arbeitsraum 5 und den Austritt in den abgedichteten Teil 54 des Spaltes 13 realisiert. Dieser hohe Druck ist dabei direkt proportional zum Druck im torusförmigen Arbeitsraum 5 und kann auf sehr einfache Art und Weise am Eintritt 19 ins Gehäuse 6 bzw. in einen mit diesem gekoppelten Kanal oder Hohlraum 18 im Gehäuse 6 abgegriffen werden. Die dazu erforderlichen Einrichtungen in Form von Drucksensoren, hier beispielhaft der Drucksensor 58 in Fig. 2a, können somit an einem ruhenden Element gelagert werden.

[0033] Bezüglich der Ausgestaltung des berührungsfreien Dichtungssystems 15 bestehen eine Mehrzahl von Möglichkeiten. Stellvertretend werden einige in den nachfolgenden Figuren erläutert. Das berührungsfreie Dichtungssystem 15 weist dabei in der Regel immer zwei berührungsfreie Dichtungen 31 und 32 auf, die in axialer Richtung beidseits des Spaltes 13 angeordnet sind. Beide berührungsfreie Dichtungen sind dabei vorzugsweise als Labyrinthdichtungen ausgeführt. Dabei kann die Labyrinthdichtung als einseitiges Labyrinth oder jeweils zweiseitiges Labyrinth ausgeführt sein, wobei vorzugsweise die erstere Möglichkeit verwendet wird, aufgrund der erheblich einfacheren Montage. Bei der in der Fig. 1 dargestellten Ausführung sind die berührungsfreien Dichtungen 31 und 32 jeweils zwischen den Schaufelrädern 3 und 4 und der Innenwand 11 des Gehäuses 6 beidseits der Trennebene T angeordnet. Der abgedichtete Teil 54 des Spaltes 13 erstreckt sich somit beidseits der Trennebene T in axialer Richtung, vorzugsweise symmetrisch. Die Ausführung gemäß Fig. 2a zeigt eine Anordnung des abgedichteten Teiles 54 des Spaltes 13 mit Erstreckung in axialer Richtung von der Trennebene T über die axiale Erstreckung des Pumpenrades 3. Die Dichtung 31 zwischen Sekundärschaufelrad 4 und Gehäuse 6 ist unmittelbar im Bereich der Trennebene T angeordnet, d. h. der abgedichtete Teil 54 erstreckt sich in axialer Richtung nicht über die axiale Erstreckung des Sekundärschaufelrades 4. Demgegenüber verdeutlicht Fig. 2b beispielhaft eine weitere Möglichkeit der Anordnung der beiden Dichtungen 31 und 32 des berührungsfreien Dichtungssystems und damit des abgedichteten Teils 54 des Spaltes 13 in axialer Richtung. Bei dieser Ausführung sind beide Dichtungen 31 und 32 mit unterschiedlichem Abstand zur Trennebene T angeordnet, so daß der abgedichtete Teil sich in axialer Richtung über einen Teil der axialen Erstreckung des Primärschaufelrades 3 und einen Teil der axialen Erstreckung des Sekundärschaufelrades 4 erstreckt. Die in den Fig. 1, 2a und 2b dargestellten Möglichkeiten sind beliebig untereinander austauschbar und nicht an die in den Figuren dargestellten Ausführungen der hydrodynamischen Baueinheit 1 gebunden.

[0034] Die Dichtflächen jeder berührungsfreien Dichtung können dabei von unterschiedlichen Elementen gebildet werden. Die in den nachfolgenden Figuren dargestellten Ausführungsmöglichkeiten können auch auf die Ausführungen in den Fig. 1 und 2 übertragen werden.

[0035] Die Kanäle oder Hohlräume 18 sind derart gestaltet, daß dieser sich in Richtung vom Eintritt 30 weg spiral-

förmig vergrößert. Diese Lösung wird insbesondere für Ausführungen mit teilweise außerhalb des Gehäuses 6 geführten Kreislaufteilen, wie in Fig. 2b dargestellt, angewandt. Dabei ist der Eintritt 30 über den Kanal 18 mit dem Austritt 29 gekoppelt. Der zum Austritt 29 mündende Teil wird auch als Auslaßrinne bezeichnet. Diese vergrößert sich in Richtung des Austrittes 29 spiralförmig und mündet vorzugsweise in den tangential geführten Austritt 29. Der Kanal dient dabei dazu, die Strömung relativ verlustarm in Druck im Auslaß aus dem Gehäuse 6 umzuwandeln und damit den Volumenstrom zu erhöhen. Eine Schnittdarstellung für den Spiralkanal 18 im Gehäuse 6 ist in Fig. 10 wiedergegeben. [0036] Gemäß einem Detail aus der Fig. 3a werden die einzelnen Dichtflächen im Beispiel eines zweiseitigen radialen Labyrinthes jeweils am Primärschaufelrad 3 und am Sekundärschaufelrad 4 sowie der Innenwand 11, insbesondere der in radialer Richtung zu den Schaufelrädern 3 und 4 weisenden Fläche 12 des ruhenden Gehäuses 6, gebildet. Die konstruktiv detailliertere Darstellung der Ausführung gemäß Fig. 3a entspricht im Grundprinzip der in der Fig. 2a dargestellten, wobei jedoch die axiale Anordnung von Primärschaufelrad 3 und Sekundärschaufelrad 4 vertauscht wurden. Deutlich erkennbar sind hier der Hohlraum bzw. die Kanäle 18, der Eintritt 24 in den torusförmigen Arbeitsraum 5 und der Austritt 16 in Form eines Kanals 18. Die Anordnung der einzelnen berührungsfreien Dichtungen 31 und 32 entspricht der in der Fig. 2a beschriebenen. Dabei wird eine erste Dichtungsfläche 33.31a der zwischen Sekundärschaufelrad 4 und Gehäuse 6 angeordneten Dichtung 31 vom Außenumfang am Sekundärschaufelrad 4 gebildet. Die zweite, dazu komplementäre Dichtungsfläche 33.32a der berührungsfreien Dichtung 31, wird von der Innenwand 11, insbesondere einer Teilfläche 64 der Fläche 12, am Gehäuse 6 gebildet. Die erste Dichtungsfläche 34.31a der berührungsfreien Dichtung 32 wird vom Außenumfang 9 des Primärschaufelrades gebildet, während die zweite Dichtungsfläche der Labyrinthdichtung, hier mit 34.32a bezeichnet, vom Innenumfang bzw. der Innenwand 11 des ruhenden Gehäuses 6 gebildet wird. Alle Dichtungsflächen tragen dabei Vorsprünge und Ausnehmungen, die mit denen der jeweils komplementär dazugehörenden Dichtungsfläche unter Bildung eines Labyrinthspaltes zusammenwirken. Bei der in der Fig. 3a dargestellten Ausführung ist die berührungsfreie Dichtung 31 im Bereich der Trennebene T zwischen Primärschaufelrad und Sekundärschaufelrad am Sekundärschaufelrad 4 angeordnet, während die zweite berührungsfreie Dichtung 32.3a am Primärschaufelrad 3 in axialer Richtung ausgehend von der Trennebene T betrachtet hinter dem Austritt 16 am Primärschaufelrad 3 angeordnet ist. Im übrigen verdeutlicht Fig. 3a eine konstruktive Ausführung einer erfindungsgemäß gestalteten hydrodynamischen Baueinheit 1 für eine Ausführung gemäß Fig. 2b mit wenigstens teilweise außerhalb des Gehäuses 6 geführtem Kreislauf 20, wobei hier nur der im Gehäuse 6 geführte Teil dargestellt ist.

[0037] Die Fig. 3b verdeutlicht anhand eines Ausschnittes entsprechend der Einzelheit X aus der hydrodynamischen Baueinheit 1 gemäß Fig. 3a eine weitere Anordnungsmöglichkeit der berührungsfreien Dichtungen 31 und 32 des berührungsfreien Dichtungssystems. Bei dieser Ausführung sind beide berührungsfreien Dichtungen 31 und 32 zwischen der Innenwand 11 des Gehäuses 6 und dem Außenumfang 9 des Primärschaufelrades 9.3b angeordnet. Die erste Dichtungsfläche 33.31b der berührungsfreien Dichtung 31 wird dabei vom Außenumfang des Primärschaufelrades 3 gebildet. Dies gilt auch für die erste Dichtungsfläche 34.31b der berührungsfreien Dichtung 32. Die jeweils dazu komplementären Dichtungsflächen 33.32b und 34.32b der ersten und zweiten berührungsfreien Dichtung 31 und 32 werden



dabei von der Innenwand 11 des Gehäuses gebildet. Die beiden berührungsfreien Dichtungen 31 und 32 sind dabei beidseits des Austrittes 16 angeordnet. Die berührungsfreien Dichtungen 31 und 32 sind hier in einer bevorzugten Ausführung als einseitige axiale Labyrinthdichtung ausgeführt. Die Dichtungsflächen 33.32b und 34.32b sind eben ausgeführt und die Dichtflächen 33.31b und 34.31b sind durch alternierend angeordnete Vorsprünge und Ausnehmungen charakterisiert. Diese sind mit 59 und 60 in der Detaildarstellung Y wiedergegeben. Diese Lösung bietet den Vorteil, daß ein konventionelles Gehäuse 6 verwendet werden kann. Neben der einfacheren Fertigung ist auch die Montage sehr leicht.

[0038] Fig. 3c verdeutlicht beispielhaft eine Ausführung der einzelnen berührungsfreien Dichtungen 31 und 32 des berührungsfreien Dichtungssystems 15 mit zweiseitigem radialen Labyrinth. Die Dichtflächen 33.31c, 33.32c sowie 34.31c, 34.32c erstrecken sich in radialer Richtung und weisen in axialer Richtung. Bei radialen zweiseitigen Labyrinthinnen muß jedoch das Gehäuse 6 zu Montagezwecken in axialer Richtung zweiseitig ausgeführt sein, wobei die Trennebene im Bereich des abgedichteten Teiles 54 des Spaltes 13 angeordnet sein muß.

[0039] Die in den Fig. 3a bis 3c beispielhaft dargestellten Ausführungen sind für jede Ausführung des erfindungsgemäßen Grundsystems einsetzbar. Die konkrete Auswahl der Ausgestaltung der einzelnen Dichtflächen und der Art der Anordnung liegt dabei im Ermessen des zuständigen Fachmannes.

[0040] Die Fig. 4 verdeutlicht eine weitere Ausgestaltung eines berührungsfreien Dichtungssystems 15.4 für eine hydrodynamische Baueinheit 1.4, welche analog zu der in Fig. 3 dargestellten aufgebaut ist. Für gleiche Elemente werden daher die gleichen Bezugszeichen verwendet. Bei dieser Lösung werden die beiden berührungsfreien Dichtungen 31.4 und 32.4 an einem, drehfest mit dem Primärschaukelrad 3.4 gekoppelten Labyrinthring 35 angeordnet. Dieser kann dabei kraft-, form- oder stoffschlüssig mit dem Primärschaukelrad 3.4 verbunden sein. Der Labyrinthring 35 erstreckt sich dabei in axialer Richtung über einen Teil der axialen Erstreckung des Sekundärschaukelrades 4.4 von der Trennebene T aus betrachtet unter Bildung eines Spaltes 36 in radialer Richtung zwischen dem Außenumfang 10.4 des Sekundärschaukelrades und dem Labyrinthring 35, insbesondere einer zum Sekundärschaukelrad 4.4 weisenden Fläche 61 am Labyrinthring 35. Der Austritt 16.4 aus dem torusförmigen Arbeitsraum 5 erstreckt sich dabei durch den Labyrinthring 35 in radialer und teilweise auch axialer Richtung. Der Spalt 13.4 wird dabei zwischen dem Labyrinthring 35, d. h. wenigstens einer in radialer Richtung zur Innenwand 11.4 des Gehäuses 6.4 gerichteten Fläche bzw. einer vom Sekundärschaukelrad 4.4 wegweisenden Fläche, und der Innenwand 11.4 des Gehäuses 6.4 gebildet. Die Dichtstellen sind dabei beidseits des Austrittes aus dem torusförmigen Arbeitsraum 5 am Labyrinthring 35 angeordnet und begrenzen den Teil 54 des Spaltes 13.4. Die Dichtungen 31.4 und 32.4 können wiederum als einseitige oder zweiseitige Labyrinthdichtung ausgeführt werden. Bezüglich der Anordnung der Dichtungen 31.4 und 32.4 bestehen ebenfalls mehrere Möglichkeiten. Bezogen auf die Anordnung von Sekundärschaukelrad 4.4 und Primärschaukelrad 3.4 in axialer Richtung können diese in axialen Ebenen, welche durch die axiale Erstreckung des Primärschaukelrades 3.4 oder die axiale Erstreckung von Primärschaukelrad 3.4 und Sekundärschaukelrad 4.4 gekennzeichnet sind, angeordnet werden. Entscheidend ist jedoch, daß der dadurch gebildete abgedichtete Teil 54.4 des Spaltes 13.4 mit dem Austritt 16.4 aus dem Arbeitsraum 5.4 gekoppelt ist. Im dargestellten Fall

entspricht die Anordnung einer Anordnung gemäß Fig. 2b. [0041] Zur Gewährleistung eines besonders hohen Druckes im Teil 54 des Spaltes 13 ist der Austritt 16 für alle bisher dargestellten Lösungen am Primärschaukelrad 3 vorgesehen und beispielsweise als Kanal 37, wie in der Fig. 5a anhand einer Detaildarstellung dargestellt, ausgeführt. Der Kanal 37 verbindet dabei den torusförmigen Arbeitsraum 5 mit dem Raum außerhalb des torusförmigen Arbeitsraumes, d. h. dem Gehäuseinnenraum 14, der von der Gehäuseinnenwand 11 begrenzt wird. Der Kanal 37 erstreckt sich dabei durch die Wand 38 des Primärschaukelrades 3. Dieser ist derart gestaltet und ausgerichtet, daß wenigstens eine Richtungskomponente in Strömungsrichtung im Betriebszustand des hydrodynamischen Bauelementes 2 zwischen dem Primärschaukelrad 3 und dem Sekundärschaukelrad 4 sowie im wesentlichen tangential zu der sich im Betriebszustand einstellenden Kreislaufkontur des Strömungskreislaufes, d. h. Arbeitskreislaufes 23, im torusförmigen Arbeitsraum 5 ausgerichtet ist. Dies bedeutet, daß der Austritt aus dem torusförmigen Arbeitsraum 5 immer tangential zum sich als Arbeitskreislauf 23 einstellenden Strömungskreislauf im torusförmigen Arbeitsraum 5 erfolgt. Der Kanal 37 ist dabei Bestandteil des externen Kreislaufes 20, welcher zwischen dem Austritt 16 und dem Eintritt 24 in den Arbeitsraum 11 geschaltet ist und der Bestandteil des geschlossenen Kreislaufes 22 ist. Vorzugsweise ist der Kanal 37 derart ausgeführt, daß dieser tangential in Richtung der Kreislaufkontur, d. h. des Arbeitskreislaufes 23 im Betriebszustand und in Strömungsrichtung, ausgerichtet ist. Diese Anordnung ermöglicht es, eine Abfuhr von Betriebsmittel aus dem Arbeitsraum 5 mit geringst möglichen Widerstand und Strömungsgeschwindigkeitsverlusten zu gewährleisten. Vorzugsweise sind des weiteren eine Mehrzahl von Kanälen 37 am Primärschaukelrad 3 vorgesehen. Diese können dabei entweder auf einer gemeinsam gedachten theoretischen Umfangslinie oder aber auf mehreren verschiedenen Umfangslinien am Primärschaukelrad 3 angeordnet sein. Unter Umfangslinien werden dabei theoretisch gedachte Linien am Außenumfang des Primärschaukelrades 3 verstanden, welche parallel zur gedachten Mittelebene bzw. Trennebene T zwischen dem Primärschaukelrad 3 und dem Sekundärschaukelrad 4 im eingebauten Zustand des hydrodynamischen Bauelementes 2 verlaufen. Es besteht dabei die Möglichkeit, die Anordnung wechselweise auf unterschiedlichen Umfangslinien vorzunehmen. Eine Möglichkeit dieser Anordnung ist in schematisch vereinfachter Darstellung in der Fig. 5b in einer Ansicht von oben auf ein Primärschaukelrad 3 wiedergegeben. Das Primärschaukelrad ist mit 3 bezeichnet, die Kanäle mit 37.15b bis 37.n5b. Eine Anordnung einer Vielzahl von Kanälen 37.15c bis 37.n5c auf einer Umfangslinie ist in einer Ansicht von oben auf ein Primärschaukelrad 3 in Fig. 5c wiedergegeben. Die einzelnen Kanäle 37.15c bis 37.n5c zwischen dem torusförmigen Arbeitsraum 5 und dem Gehäuseinnenraum 14 sind dabei auf einer Umfangslinie in konstanten Abständen a oder gemäß Fig. 5d mit unterschiedlichen Abständen zwischen zwei in Umfangsrichtung einander benachbarten Kanälen 37.15d bis 37.n5d ausgeführt. Diese Abstände sind dabei mit a1 und a2 bezeichnet. [0042] Die Fig. 5a bis 5d verdeutlichen Ausführungen mit konstantem Querschnitt des Kanals 37 bzw. der Kanäle 37.1 bis 37.n, 37.15c bis 37.n5c und 37.15d bis 37.n5d, in Strömungsrichtung vom torusförmigen Arbeitsraum 5 zum abgedichteten Teil 54 des Spaltes 13 betrachtet. Zur Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit besteht zusätzlich auch die Möglichkeit gemäß einer Ausführung in Fig. 6 diese Kanäle 37 mit Querschnittsveränderung zwischen dem torusförmigen Arbeitsraum 5 und dem Außenumfang 9 am Primärschaukelrad 3 bzw. dem mit diesem drehfest gekoppelten

Labyrinthring 35 vorzunehmen. Eine Möglichkeit mit konstanter allmählicher Querschnittsverringerung vom Innenumfang zum Außenumfang 9 des Primärschaukelrades 3 bzw. dem Labyrinthring ist in Fig. 6 dargestellt. Der Kanal 37 verengt sich dabei stetig zum Außenumfang 9 hin.

[0043] Bezüglich der konkreten Ausgestaltung des Kanals hinsichtlich seiner Querschnittsform bestehen ebenfalls eine Vielzahl von Möglichkeiten. Diese sind in den Fig. 7a und 7b beispielhaft wiedergegeben. Dabei verdeutlicht die Fig. 7a die Ausgestaltung des Kanals 37 mit kreisrundem Querschnitt und die Figur. 7b mit einem ovalen Querschnitt.

[0044] Die Fig. 8b verdeutlicht in schematisch stark vereinfachter Darstellung eine Ausführung und Anwendung der erfindungsgemäßen hydrodynamischen Baueinheit 1, bei welcher das hydrodynamische Bauelement 2 neben seiner Funktion als hydrodynamische Kupplung auch als auch hydrodynamische Bremse fungieren kann. Die hydrodynamische Baueinheit ist daher mit 1.8a bezeichnet. Bezüglich des Grundaufbaus kann auf die vorangegangenen Figuren verwiesen werden. Vorzugsweise ist dazu die hydrodynamische Baueinheit 1.8 als kombinierte Anfah- und Bremsseinheit 39 ausgeführt, wie in Fig. 8b dargestellt. Die Fig. 8a zeigt demgegenüber nur eine Ausführung der Baueinheit 1.8a als Anfahreinheit 63 mit zusätzlicher Möglichkeit der lastfreien Schaltung und damit der Möglichkeit des Einsatzes in automatisierten Schaltgetrieben. Das hydrodynamische Bauelement 2 bildet dabei bei beiden das Anfahrelement 40. Zusätzlich kann eine Überbrückungskupplung 41 mit in der kombinierten Anfah- und Bremsseinheit 39 gemäß Fig. 8b oder der Anfahreinheit 63 gemäß Fig. 8a integriert sein, vorzugsweise wird diese jedoch separat ausgeführt. Der Eingang E der hydrodynamischen Baueinheit 1.8, welcher entweder direkt den Eingang E der kombinierten Anfah- und Bremsseinheit 39 oder der Anfahreinheit 63 bildet oder mit diesem gekoppelt ist, beispielsweise über die zu dieser gehörenden Überbrückungskupplung 41, ist mit einer, hier nicht dargestellten, Antriebsmaschine wenigstens mittelbar verbunden. Der Ausgang A der hydrodynamischen Baueinheit 1.8a bzw. 1.8b bildet in der Regel auch den Ausgang der kombinierten Anfah- und/oder Bremsseinheit 39 bzw. der Anfahreinheit 63. Die Bezeichnungen Eingang E und Ausgang A beziehen sich dabei immer auf die Kraftflußrichtung im Traktionsbetrieb von der Antriebsmaschine zum Abtrieb betrachtet. Die Eingänge E und Ausgänge A können dabei in Form von Voll- oder Hohlwellen oder flanschartiger Elemente oder Flexplates ausgeführt sein, die jeweils mit den entsprechenden Anschlußelementen – Antriebsmaschine oder Schaltstufe – in bekannter Weise koppelbar sind. In dieser Kraftflußrichtung betrachtet umfaßt das hydrodynamische Bauelement 2 bei Funktion als hydrodynamische Kupplung ebenfalls einen Antrieb 42 und einen Abtrieb 43. Der Antrieb 42 wird dabei vom Primärschaukelrad 3 und der Abtrieb vom Sekundärschaukelrad 4 gebildet. Zur Realisierung positiver Effekte sind jedoch zwischen dem Sekundärschaukelrad 4 bzw. dem Abtrieb 43 der hydrodynamischen Kupplung und dem Ausgang A ein Freilauf F vorgesehen. Durch den Freilauf F ist es möglich, während des Gangstufenwechsels einen übermäßigen Verschleiß in den Synchronisiereneinrichtungen zu verhindern und somit den Komfort zu erhöhen. Derartige Anfahreinheiten sind in der Regel in einem Antriebsstrang mit einem Drehzahl-/Drehmomentwandler, d. h. Getriebe, gekoppelt bzw. bilden mit entsprechenden Schaltstufen eine Getriebebaueinheit. Das Gesamtgetriebe besteht dann aus der Anfahreinheit und den nachgeordneten Drehzahl-/Drehmomentumformungseinheiten. Dieses weist dabei als Eingang den Eingang E der Anfahreinheit 39 auf. Um einen Gangstufenwechsel in einer Schaltgetriebebaueinheit vornehmen zu können, muß die

Getriebeeingangswelle, welche von dem Eingang E der Anfahreinheit gebildet wird, momentenfrei sein und von zusätzlichen Maßen entkoppelt werden. Andernfalls bestünde die Gefahr, daß die Synchronisierenelemente und/oder Klauen der Schaltelemente, insbesondere der der Anfahreinheit 39 nachgeordneten Übersetzungsstufen, den Gangstufenwechsel nicht bewältigen können oder erheblich belastet werden und verschleifen. Dabei wird zur Vornahme eines Gangstufenwechsels sowohl die Antriebsmaschine als auch das Sekundärschaukelrad 4.8a bzw. 4.8b von der Eingangswelle E abgekoppelt. Der Freilauf F kann zusätzlich unter Ausnutzung einer zusätzlichen Bremsseinrichtung 44 gemäß Fig. 8b zur Feststellung des Sekundärschaukelrades 4 genutzt werden. Diese zusätzliche Bremsseinrichtung 44 ist vorzugsweise als Scheibenbremsseinrichtung in Lamellenbauart ausgeführt und mit dem Abtrieb 43 des hydrodynamischen Bauelementes 2 vor dem Freilauf F gekoppelt. Die Bremsseinrichtung 44 umfaßt dazu mindestens eine erste ortsfeste Scheibe 45, welche vorzugsweise am Gehäuse 6 angeordnet ist, und ein zweites Scheibenelement 46, welches wenigstens mittelbar, d. h. direkt oder über weitere zwischengeschaltete Scheibenelemente mit der ortsfesten Scheibe 45 in Wirkverbindung bringbar ist. Das zweite Scheibenelement 46 ist dabei drehfest mit dem Abtrieb 43, insbesondere dem Sekundärschaukelrad 4.8b, gekoppelt. Mit dem hydrodynamischen Bauelement 2 können somit wenigstens zwei Betriebszustände – ein erster Betriebszustand zur Leistungsübertragung, welcher insbesondere während des Anfahrvorganges beim Einsatz in Getrieben von Fahrzeugen in Frage kommt und die Funktion einer hydrodynamischen Kupplung beschreibt und ein zweiter Betriebszustand zur Abbremsung, d. h. die Funktion als Retarder – realisiert werden. Zur Realisierung der Funktion des hydrodynamischen Bauelementes 2 als hydrodynamischer Retarder erfolgt die Zuordnung der Funktion des Statorschaukelrades durch Festsetzung gegenüber den ruhenden Getriebeteilen, insbesondere dem Gehäuse 6 zum Sekundärschaukelrad 4, d. h. zu dem bei Funktion als hydrodynamische Kupplung fungierenden Turbinenrad. Die Funktion des Rotorschaukelrades wird dabei vom Primärschaukelrad 3, welches bei Funktionsweise als hydrodynamische Kupplung auch als Pumpenrad fungiert, übernommen.

[0045] Die Fig. 9 verdeutlicht anhand einer Ausgestaltung gemäß Fig. 2b ein System zur Steuerung des Füllungsgrades. Für gleiche Elemente werden daher die gleichen Bezugszeichen verwendet. Das Betriebsmittel tritt dabei mit entsprechend hohem Druck aus dem torusförmigen Arbeitsraum 5 über den Kanal 37 in den Gehäuseinnenraum 14, insbesondere den Spalt 13, aus. Aufgrund der sehr hohen Druckdifferenz zwischen dem Austritt 16 aus dem torusförmigen Arbeitsraum 5 und dem Eintritt 24 können diese zur Aufrechterhaltung eines Kühlvolumenstromes während des Betriebes des hydrodynamischen Bauelementes genutzt werden. Zur Beeinflussung der Funktionen Verlust-Betriebsmittelnachführung und der Beeinflussung des Füllungsgrades im torusförmigen Arbeitsraum 5 des hydrodynamischen Bauelementes 2 sind Mittel 48 zur Befüllung und Mittel 49 zur Druckbeaufschlagung dem externen Kreislauf 20 zugeordnet. Diese Mittel 48 und 49 sind über eine Knotenstelle 50 an den geschlossenen Kreislauf 20 anbindbar. Die Knotenstelle 50 wird dabei im einfachsten Fall von einem Ventilsystem 51 gebildet, welches eine vollständige Entkopplung der Mittel zur Befüllung 48 und der Mittel 49 zur Druckbeaufschlagung ermöglicht und in einer anderen Schaltstellung eine Ankopplung erlaubt. Die Ausgestaltung der Mittel zur Befüllung 48 und der Mittel zur Druckvorgabe 49 kann vielgestaltig erfolgen, vorzugsweise werden diese Mittel zur Befüllung 48 und die Mittel zur Druckvor-

gabe 49 von einem gemeinsamen Element oder System gebildet bzw. unter Ausnutzung gleicher Elemente. Dabei kann es sich beispielsweise um einen Betriebsmittelversorgungstank 52 handeln, welcher indirekt über eine zusätzliche Energiequelle, beispielsweise eine hydrostatische Pumpe oder eine andere Einrichtung mit dem geschlossenen Kreislauf 20 über die Knotenstelle 50 in Verbindung steht. Dabei erfolgt aus dem externen Betriebsmittelversorgungstank 52 eine Verlust-Betriebsmittelnachfüllung. Des Weiteren kann bei vollständig druckdichter Ausführung bzw. Anbindung des Betriebsmittelversorgungstankes 52 an die Knotenstelle 50 ein statischer Überlagerungsdruck im geschlossenen Kreislauf 20 erzeugt werden, wobei dieser Druck entweder durch eine entsprechende Pumpeinrichtung oder beispielsweise Luft auf den Betriebsmittelspiegel im externen Betriebsmittelversorgungstank 52 erzeugt wird. Der Betriebsmittelspiegel ist dabei mit 53 bezeichnet.

#### Bezugszeichenliste

- 1, 1.2a, 1.2b, 1.4, 1.8 hydrodynamische Baueinheit
- 2 hydrodynamisches Bauelement
- 3 Primärschaufelrad
- 4 Sekundärschaufelrad
- 5 torusförmiger Arbeitsraum
- 6 ruhendes Gehäuse
- 7 Schaufelradnebenraum
- 8 Schaufelradnebenraum
- 9 Außenumfang des Primärschaufelrades
- 10 Außenumfang des Sekundärschaufelrades
- 11 Wand
- 12 Fläche
- 13 Spalt
- 14 Gehäuseinnenraum
- 15 berührungsfreies Dichtungssystem
- 16 Austritt
- 17 Innenwand
- 18 Kanäle
- 19 Eintritt in das Gehäuse
- 20 externer Kreislauf
- 21 Betriebsmittelversorgungssystem
- 22 geschlossener Kreislauf
- 23 Arbeitskreislauf
- 24 Eintritt in den torusförmigen Arbeitsraum
- 25 Kühleinrichtung
- 26 Kanal
- 27 Anschluß
- 28 Anschluß
- 29 Austritt aus dem Gehäuse
- 30 Eintritt in das Gehäuse
- 31 berührungsfreie Dichtung
- 32 berührungsfreie Dichtung
- 33.31a, 33.31b erste Dichtungsfläche
- 33.32a, 33.32b zweite Dichtungsfläche
- 34 Teilfläche
- 34.31a, 34.31b erste Dichtungsfläche
- 34.32a, 34.32b zweite Dichtungsfläche
- 35 Labyrinthring
- 36 Spalt
- 37 Kanal
- 38 Wand
- 39 kombinierte Anfahr- und Bremseinrichtung
- 40 Anfahrrelement
- 41 Überbrückungskupplung
- 42 Antrieb
- 43 Abtrieb
- 44 Bremseinrichtung
- 45 ortsfeste Scheibe

- 46 zweites Scheibenelement
- F Freilauf
- E Eingang
- A Ausgang
- 5 48 Mittel zur Befüllung
- 49 Mittel zur Druckbeaufschlagung
- 50 Knotenstelle
- 51 Ventilsystem
- 52 Betriebsmittelversorgungstank
- 10 53 Betriebsmittelspiegel
- 54 abgedichteter Teil
- 55 Dichtung
- 56 Dichtung
- 57 Dichtung
- 15 58 Drucksensor
- 59 Vorsprünge
- 60 Ausnehmungen
- 61 zum Sekundärschaufelrad weisende Fläche am Labyrinthring
- 20 62 in radialer Richtung zur Innenwand des Gehäuses 6 gerichtete Fläche am Labyrinthring
- 63 Anfahrreineit
- 64 Teilfläche

#### Patentansprüche

1. Hydrodynamische Baueinheit (1; 1.4; 1.8a; 1.8b)
  - 1.1 mit einem Eingang (E) und einem Ausgang (A) und einem dazwischen angeordneten hydrodynamischen Bauelement (2; 2.4), umfassend ein mit dem Eingang (E) drehfest verbindbares Primärschaufelrad (3; 3.4) und ein mit dem Ausgang (A) drehfest verbindbares Sekundärschaufelrad (4; 4.4), die einen Arbeitsraum (5; 5.4) bilden,
  - 1.2 das hydrodynamische Bauelement (2; 2.4) ist frei von einem Leitrad;
  - 1.3 mit einem, das Primärschaufelrad (3; 3.3a; 3.3b; 3.4; 3.5b; 3.5d; 3.5c; 3.8a; 3.8b) und das Sekundärschaufelrad (4; 4.3a; 4.3b; 4.4; 4.5b; 4.5d; 4.5c; 4.8a; 4.8b) umschließenden ruhenden Gehäuse (6);
  - 1.4 das hydrodynamische Bauelement (2; 2.4) ist frei von einer mit dem Primärschaufelrad (3; 3.4) drehfest gekoppelten und das Sekundärschaufelrad (4; 4.4) in axialer und in Umfangsrichtung umschließenden Primärschaufelradschale;
  - 1.5 die Innenwand (11) des ruhenden Gehäuses (6) und wenigstens ein Teil der Außenumfänge von Primärschaufelrad (3; 3.4) und Sekundärschaufelrad (4; 4.4) begrenzen in axialer Richtung jeweils einen Schaufelradnebenraum (7, 8);
  - 1.6 zwischen dem Primärschaufelrad (3; 3.4) und dem Sekundärschaufelrad (4; 4.4) und einem in radialer Richtung zu den Schaufelrädern hin weisenden Teil der Innenwand (11) des Gehäuses (6) ist in radialer Richtung ein Spalt (13) vorgesehen;
  - 1.7 wenigstens ein Teil (54) des Spaltes (13) ist mittels eines berührungsfreien Dichtsystems (15; 15.4) gegenüber den Schaufelradnebenräumen (7, 8) abgedichtet;
  - 1.8 mit mindestens einem, an einem Schaufelrad (3, 4; 3.4, 4.4) oder zwischen diesen angeordneten Austritt (16) aus dem Arbeitsraum (5);
  - 1.9 der Austritt (16) mündet in den mittels des berührungsfreien Dichtungssystems (15; 15.4) gegenüber den Schaufelradnebenräumen (7, 8) abgedichteten Teil (54) des Spaltes (13).
2. Hydrodynamische Baueinheit (1; 1.4; 1.8a; 1.8b)

nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das berührungsfreie Dichtsystem (15; 15.4) wenigstens zwei sich in Umfangsrichtung erstreckende berührungsfreie Dichtungen (31, 32; 31.4, 32.4) umfaßt.

3. Hydrodynamische Baueinheit (1; 1.4; 1.8a; 1.8b) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die berührungsfreie Dichtung (31, 32; 31.4; 32.4) als Labyrinthdichtung ausgeführt ist.

4. Hydrodynamische Baueinheit (1; 1.4; 1.8a; 1.8b) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die berührungsfreie Dichtung (31, 32; 31.4; 32.4) als einseitige Labyrinthdichtung ausgeführt ist.

5. Hydrodynamische Baueinheit (1; 1.4; 1.8a; 1.8b) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die berührungsfreie Dichtung (31, 32; 31.4; 32.4) als zweiseitige Labyrinthdichtung ausgeführt ist.

6. Hydrodynamische Baueinheit (1; 1.4; 1.8a; 1.8b) nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die berührungsfreie Dichtung (31, 32; 31.4; 32.4) als axiale Labyrinthdichtung ausgeführt ist.

7. Hydrodynamische Baueinheit (1; 1.4; 1.8a; 1.8b) nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die berührungsfreie Dichtung (31, 32; 31.4; 32.4) als radiale Labyrinthdichtung ausgeführt ist.

8. Hydrodynamische Baueinheit (1; 1.4; 1.8a; 1.8b) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der abgedichtete Teil (54) des Spaltes (13) sich in axialer Richtung beidseits der Trennebene (T) zwischen Primärschaufelrad (3) und Sekundärschaufelrad (4) über wenigstens einen Teil der axialen Erstreckung der jeweiligen Schaufelräder (3, 4) erstreckt.

9. Hydrodynamische Baueinheit (1; 1.4; 1.8a; 1.8b) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der abgedichtete Teil (54) des Spaltes (13) sich in axialer Richtung beidseits der Trennebene (T) zwischen Primärschaufelrad (3) und Sekundärschaufelrad (4) symmetrisch über einen Teil der axialen Erstreckung der jeweiligen Schaufelräder (3, 4) erstreckt.

10. Hydrodynamische Baueinheit (1; 1.4; 1.8a; 1.8b) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der abgedichtete Teil (54) des Spaltes (13) ausgehend von der Trennebene (T) sich über wenigstens einen Teil der axialen Erstreckung des Primärschaufelrades (3) erstreckt.

11. Hydrodynamische Baueinheit (1; 1.4; 1.8a; 1.8b) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtflächen (33.31a, 33.32a, 34.31a, 34.32a; 33.31b, 33.32b, 34.31b, 34.32b; 33.31c, 33.32c, 34.31c, 34.32c) der berührungsfreien Dichtungen (31, 32) zwischen dem Außenumfang (10) des Sekundärschaufelrades (4) und/oder der Innenwand (11) des Gehäuses (6) und dem Außenumfang (9) des Primärschaufelrades (3) und dem Gehäuse (6) ausgeführt sind.

12. Hydrodynamische Baueinheit (1; 1.4; 1.8a; 1.8b) nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtfläche am Sekundärschaufelrad (4) im Bereich der Trennebene (T) zwischen Primärschaufelrad (3) und Sekundärschaufelrad (4) angeordnet ist.

13. Hydrodynamische Baueinheit (1; 1.4; 1.8a; 1.8b) nach einem der Ansprüche 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtfläche am Primärschaufelrad (3) in axialer Richtung von der Trennebene (T) zwischen Primärschaufelrad (3) und Sekundärschaufelrad (4) aus betrachtet hinter dem oder den Austritten (16) aus dem Primärschaufelrad (3) angeordnet ist.

14. Hydrodynamische Baueinheit (1; 1.4; 1.8a; 1.8b) nach Anspruch 11, gekennzeichnet durch die folgenden

Merkmale:

14.1 die beiden berührungsfreien Dichtungen sind wenigstens mittelbar zwischen Primärschaufelrad (3) und Gehäuse (6) angeordnet;

14.2 die beiden Dichtungen sind beidseitig des Austrittes (16) aus dem Arbeitsraum (5) am Primärschaufelrad (3) angeordnet.

15. Hydrodynamische Baueinheit (1; 1.4; 1.8a; 1.8b) nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Dichtfläche am Außenumfang (9) des Primärschaufelrades (3) im Bereich der Trennebene (T) und die zweite Dichtfläche von der Trennebene (T) aus betrachtet hinter dem Austritt (16) aus dem Arbeitsraum (5) am Außenumfang (9) des Primärschaufelrades (3) angeordnet ist.

16. Hydrodynamische Baueinheit (1; 1.4; 1.8a; 1.8b) nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß mit dem Primärschaufelrad (3) ein dichtflächentragendes Element (35) drehfest verbunden ist, welches sich in axialer Richtung über wenigstens einen Teil der Abmessungen des Sekundärschaufelrades (4) erstreckt und mit dem Außenumfang (10) des Sekundärschaufelrades (4) eine Spaltdichtung bildet.

17. Hydrodynamische Baueinheit (1; 1.4; 1.8a; 1.8b) nach einem der Ansprüche 1 bis 16, gekennzeichnet durch die folgenden Merkmale:

17.1 der Austritt (16) aus dem torusförmigen Arbeitsraum (5) wird von einem im Primärschaufelrad (3) angeordneten Kanal (37) gebildet;

17.2 der Kanal (37) ist derart gestaltet und ausgerichtet, daß wenigstens eine Richtungskomponente im Betriebszustand des hydrodynamischen Bauelementes (2) in Strömungsrichtung des zwischen Primärschaufelrad (3) und dem Sekundärschaufelrad (4) sich einstellenden Arbeitskreislaufes sowie im wesentlichen tangential zu der sich im Betriebszustand einstellenden Kreislaufkontur des Arbeitskreislaufes (23) zwischen dem Primärschaufelrad (3) und dem Sekundärschaufelrad (4) ausgerichtet ist.

18. Hydrodynamische Baueinheit (1; 1.4; 1.8a; 1.8b) nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Kanal (37) zur Verbindung von torusförmigem Arbeitsraum (5) und dem abgedichteten Teil (54) des Spaltes (13) tangential in Richtung zur Kreislaufkontur des sich zwischen Primärschaufelrad (3) und Sekundärschaufelrad (4) im Betriebszustand einstellenden Arbeitskreislaufes (23) ausgerichtet ist.

19. Hydrodynamische Baueinheit (1; 1.4; 1.8a; 1.8b) nach einem der Ansprüche 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Kanal (37) einen geradlinigen Verlauf frei von Richtungsänderungen aufweist.

20. Hydrodynamische Baueinheit (1; 1.4; 1.8a; 1.8b) nach einem der Ansprüche 17 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß eine Vielzahl von Austritten (16) und damit Kanälen (37.1 bis 37.n) vorgesehen ist.

21. Hydrodynamische Baueinheit (1; 1.4; 1.8a; 1.8b) nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanäle (37.1 bis 37.n) auf einer theoretisch gedachten Umfangslinie des Primärschaufelrades (3), welche parallel zur Trennebene (T) zwischen Primärschaufelrad (3) und Sekundärschaufelrad (4) verläuft, angeordnet sind.

22. Hydrodynamische Baueinheit (1; 1.4; 1.8a; 1.8b) nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanäle (37.1 bis 37.n) auf mehreren theoretisch gedachten Umfangslinien am Außenumfang (9) des Primärschaufelrades (3), welche parallel zur Trennebene

(T) zwischen dem Primärschaukelrad (3) und dem Sekundärschaukelrad (4) im Einbauzustand verlaufen, angeordnet sind.

23. Hydrodynamische Baueinheit (1; 1.4; 1.8a; 1.8b) nach Anspruch 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand (a) zwischen jeweils zwei einander in Umfangsrichtung benachbart angeordneter Kanäle ((37.1 bis 37.n) konstant ist. 5

24. Hydrodynamische Baueinheit (1; 1.4; 1.8a; 1.8b) nach einem der Ansprüche 17 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß der Querschnitt des Kanals (37; 37.1 bis 37.n) über seine Erstreckung vom Innenumfang des Primärschaukelrades (3) bis zum Außenumfang (9) konstant ausgeführt ist. 10

25. Hydrodynamische Baueinheit (1; 1.4; 1.8a; 1.8b) nach einem der Ansprüche 17 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß der Kanal (37; 37.1 bis 37.n) wenigstens eine Querschnittsänderung über seine Erstreckung vom Innenumfang des Primärschaukelrades (3) bis zum Außenumfang (9) aufweist. 15 20

26. Hydrodynamische Baueinheit (1; 1.4; 1.8a; 1.8b) nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß der Kanal (37; 37.1 bis 37.n) in Richtung des Außenumfanges (9) des Primärschaukelrades (3) verengend ausgeführt ist. 25

27. Hydrodynamische Baueinheit (1; 1.4; 1.8a; 1.8b) nach einem der Ansprüche 17 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß der Querschnitt des Kanals (37; 37.1 bis 37.n) kreisförmig ausgeführt ist.

28. Hydrodynamische Baueinheit (1; 1.4; 1.8a; 1.8b) nach einem der Ansprüche 17 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß der Querschnitt des Kanals (37; 37.1 bis 37.n) oval ausgeführt ist. 30

29. Hydrodynamische Baueinheit (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 28, dadurch gekennzeichnet, daß der Spalt (46) mit wenigstens einem Hohlraum oder Kanal (18) über wenigstens einem Eintritt in das Gehäuse (5) gekoppelt ist. 35

30. Hydrodynamische Baueinheit (1; 1.4; 1.8a; 1.8b) nach einem der Ansprüche 1 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß der Arbeitskreislauf (23) Bestandteil eines geschlossenen Kreislaufes (22) ist, umfassend einen externen Kreislaufteil, welcher außerhalb des torusförmigen Arbeitsraumes (5) geführt wird, welcher mit dem Austritt (16) aus dem Arbeitsraum (5) und einem Eintritt in den Arbeitsraum (5) gekoppelt ist. 40 45

31. Hydrodynamische Baueinheit (1) nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, daß der externe Teil (20.2a) vollständig im ruhenden Gehäuse (6) geführt ist. 50

32. Hydrodynamische Baueinheit (1) nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, daß der externe Teil (20.2b) nur teilweise im ruhenden Gehäuse (6) geführt ist und das Gehäuse (6) Anschlüsse (27, 28) zur Kopplung mit dem außerhalb des Gehäuses (6) geführten externen Teiles (20.2b) des Kreislaufes (22) aufweist. 55

33. Hydrodynamische Baueinheit (1) nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, daß der nicht im Gehäuse (6) geführte Teil des externen Teiles (20.2b) an einen Austritt (27) aus dem Gehäuse (6) gekoppelt ist. 60

34. Hydrodynamische Baueinheit (1) nach einem der Ansprüche 30 bis 33, dadurch gekennzeichnet, daß der externe Teil (20.2a) oder der im Gehäuse (6) geführte Teil des externen Teiles (20.2b) in einem spiralförmigen Kanal im Gehäuse (6) geführt wird. 65

35. Hydrodynamische Baueinheit (1) nach Anspruch 34, dadurch gekennzeichnet, daß der spiralförmige Kanal sich in Richtung des Ausganges (27) am Gehäuse

(6) hin vergrößert.

36. Hydrodynamische Baueinheit (1; 1.4; 1.8a; 1.8b) nach einem der Ansprüche 29 bis 35, dadurch gekennzeichnet, daß im geschlossenen Kreislauf (22) Mittel zur Beeinflussung der Temperatur des Betriebsmittels vorgesehen sind.

37. Hydrodynamische Baueinheit (1; 1.4; 1.8a; 1.8b) nach einem der Ansprüche 29 bis 36, dadurch gekennzeichnet, daß im Kreislauf Mittel zur Beeinflussung der Durchflußmenge angeordnet sind.

38. Hydrodynamische Baueinheit (1; 1.4; 1.8a; 1.8b) nach einem der Ansprüche 29 bis 37, dadurch gekennzeichnet, daß im ruhenden Gehäuse (6) unmittelbar hinter dem Spalt (13) Mittel (63) zur Erfassung des Druckes angeordnet sind.

39. Hydrodynamische Baueinheit (1; 1.4; 1.8a; 1.8b) nach einem der Ansprüche 1 bis 38, dadurch gekennzeichnet, daß das hydrodynamische Bauelement (2) als hydrodynamische Kupplung ausgebildet ist und Primärschaukelrad (3) und Sekundärschaukelrad (4) auf rotierbaren Wellen gelagert sind.

40. Hydrodynamische Baueinheit (1; 1.4; 1.8a; 1.8b) nach Anspruch 39, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Sekundärschaukelrad (4) und Auslauf ein Freilauf zwischengeschaltet ist.

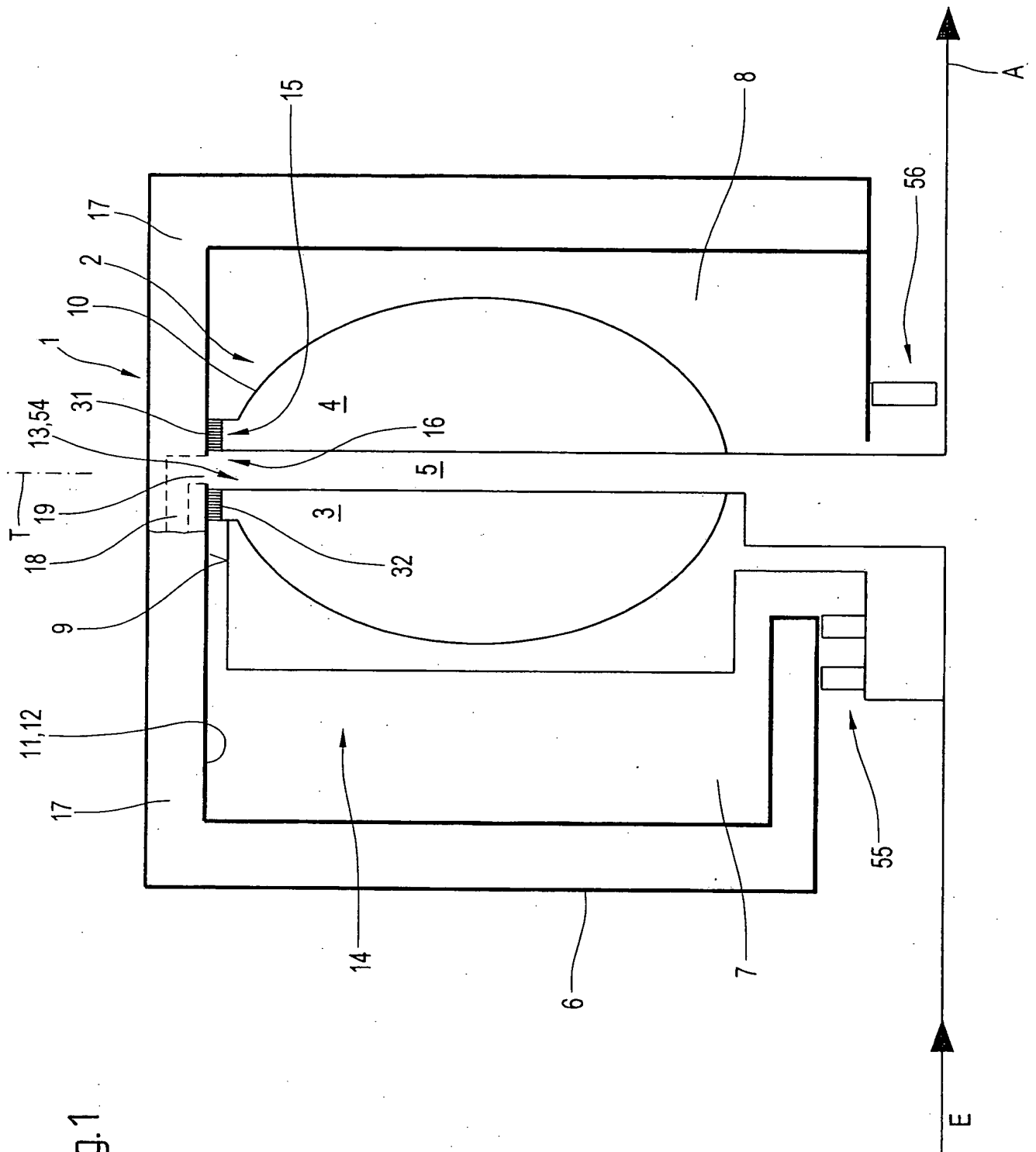
41. Hydrodynamische Baueinheit (1; 1.4; 1.8a; 1.8b) nach Anspruch 40, dadurch gekennzeichnet, daß am Sekundärschaukelrad (4) oder zwischen Sekundärschaukelrad (4) und Freilauf eine Bremseinrichtung angeordnet ist.

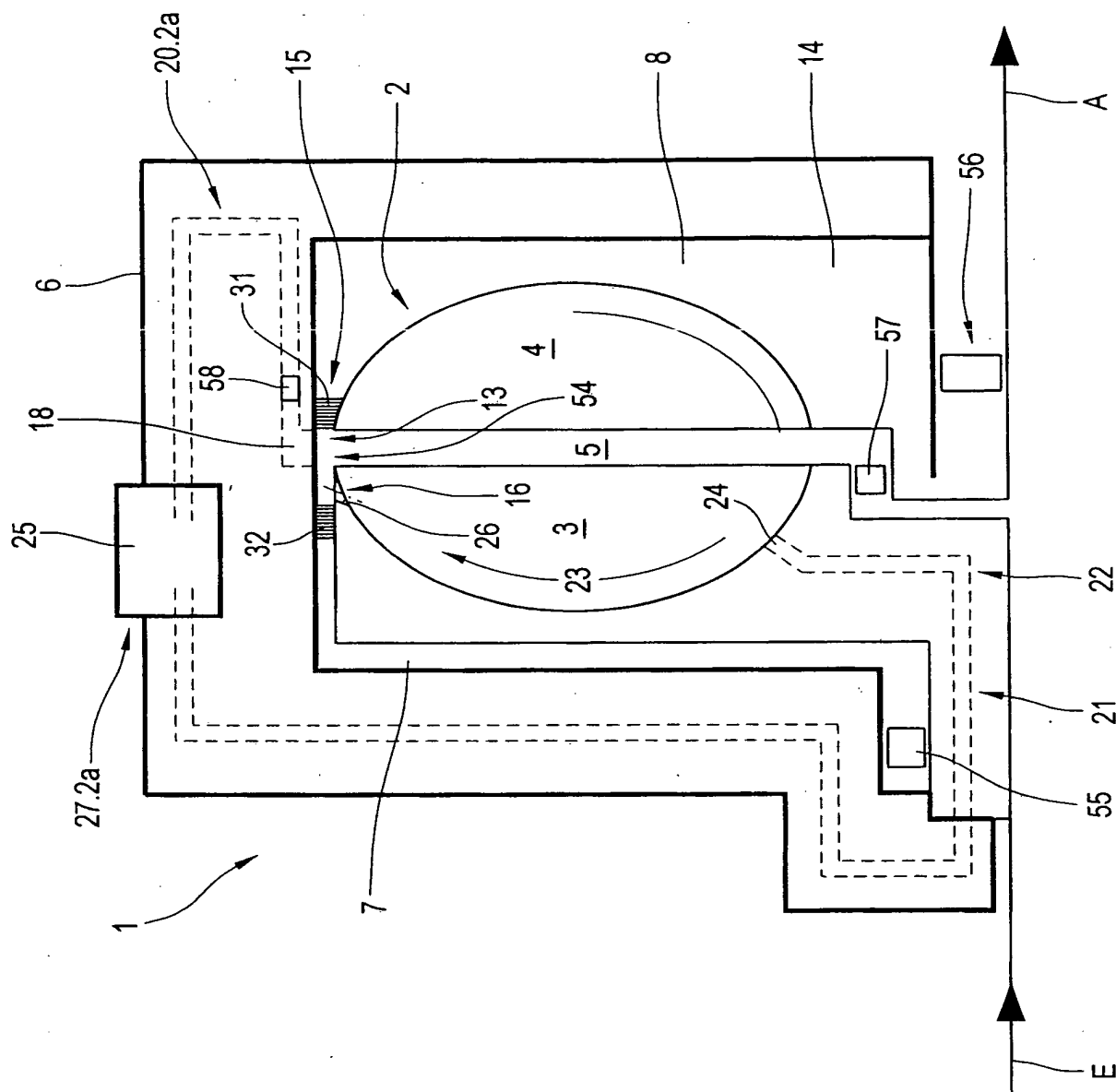
---

Hierzu 10 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -







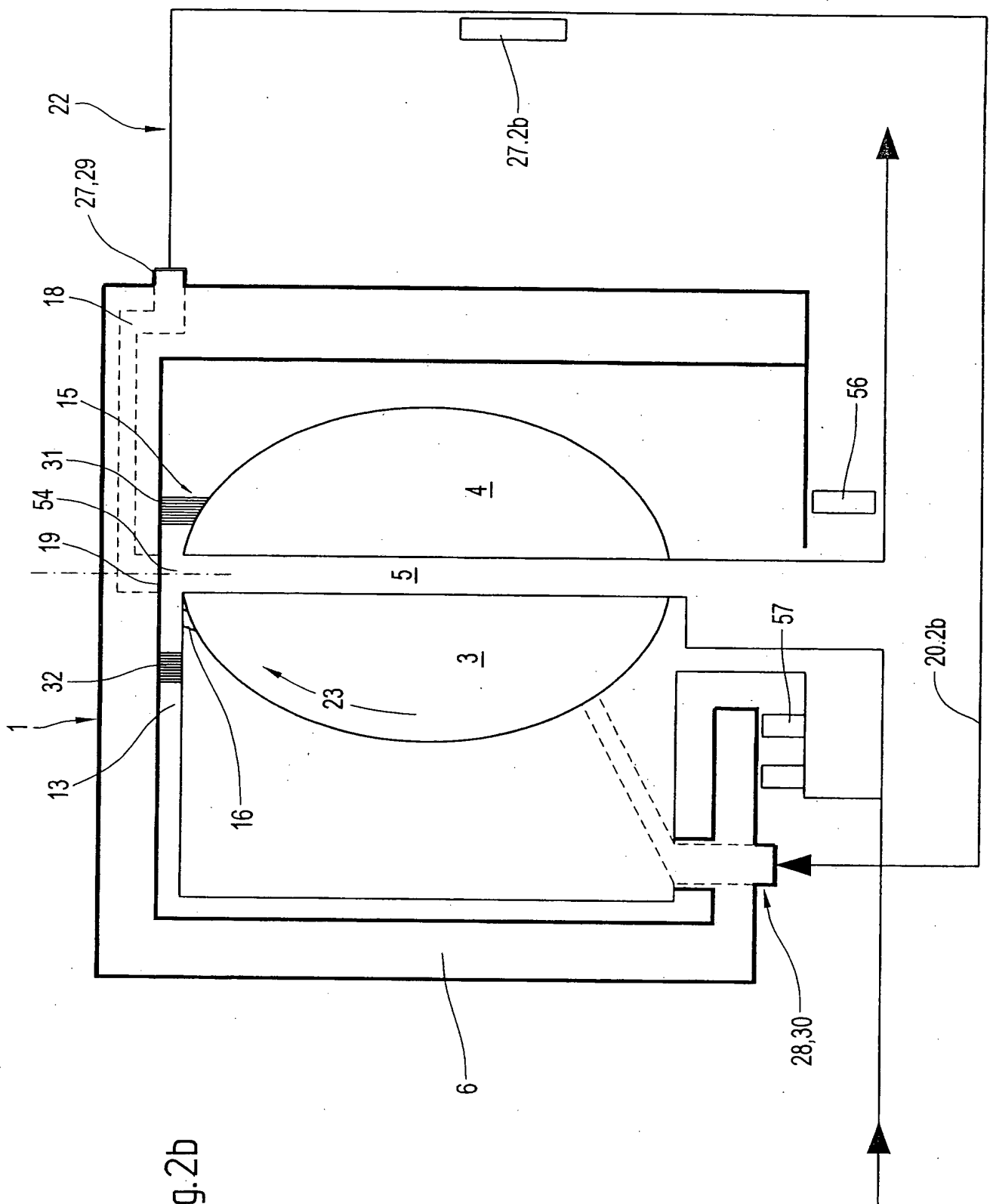


Fig. 2b

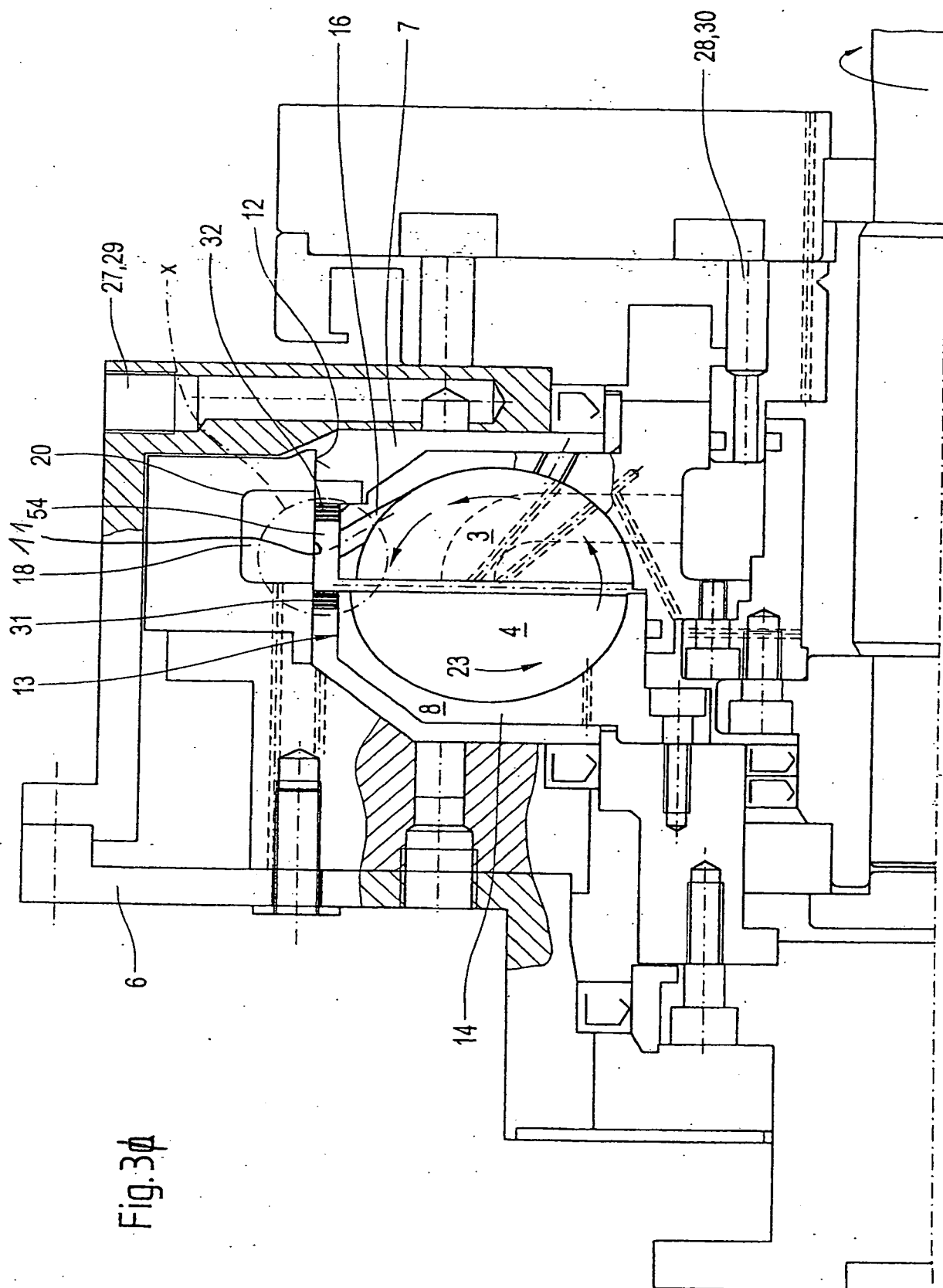


Fig. 3a

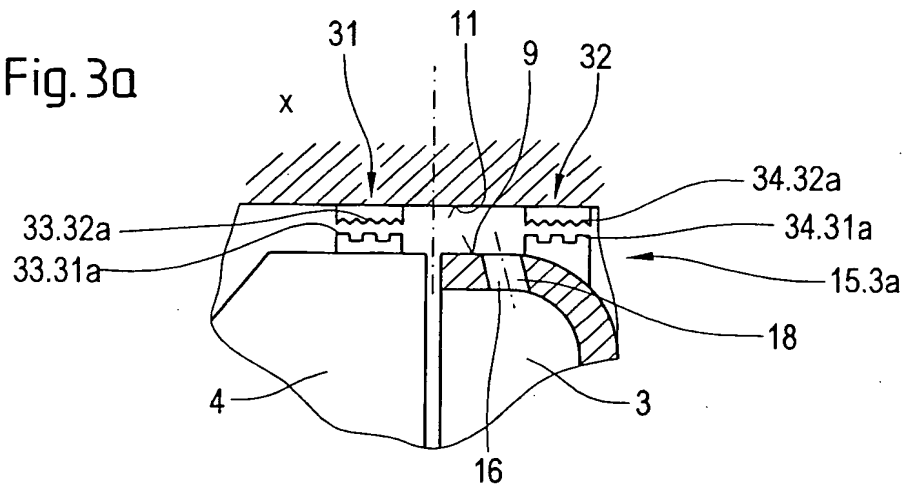


Fig. 3b

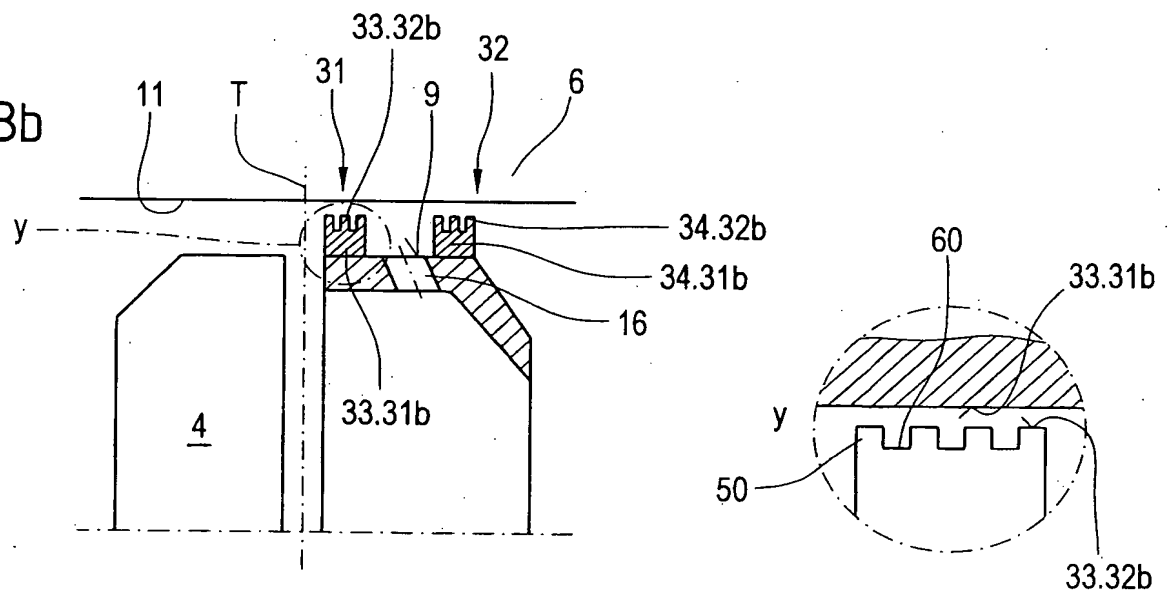
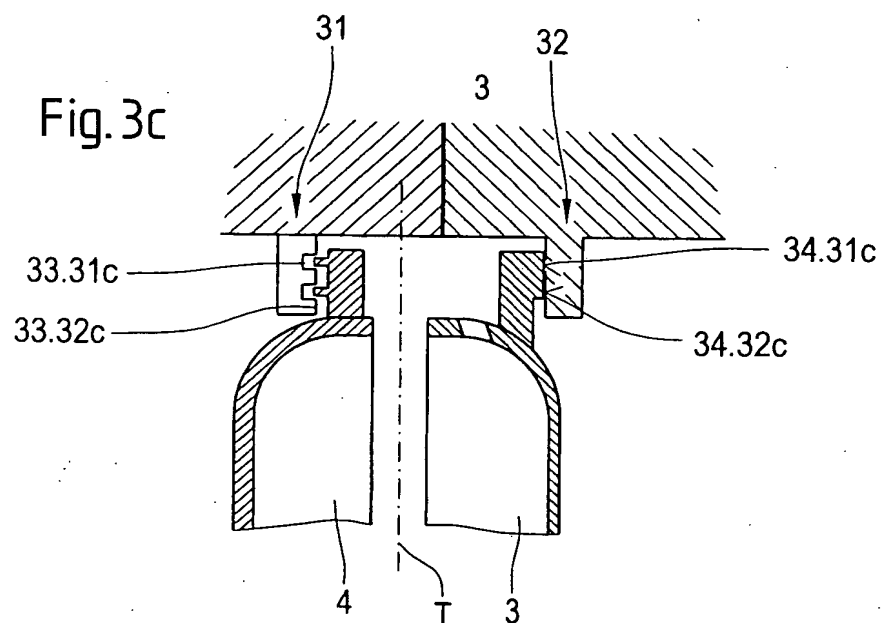


Fig. 3c



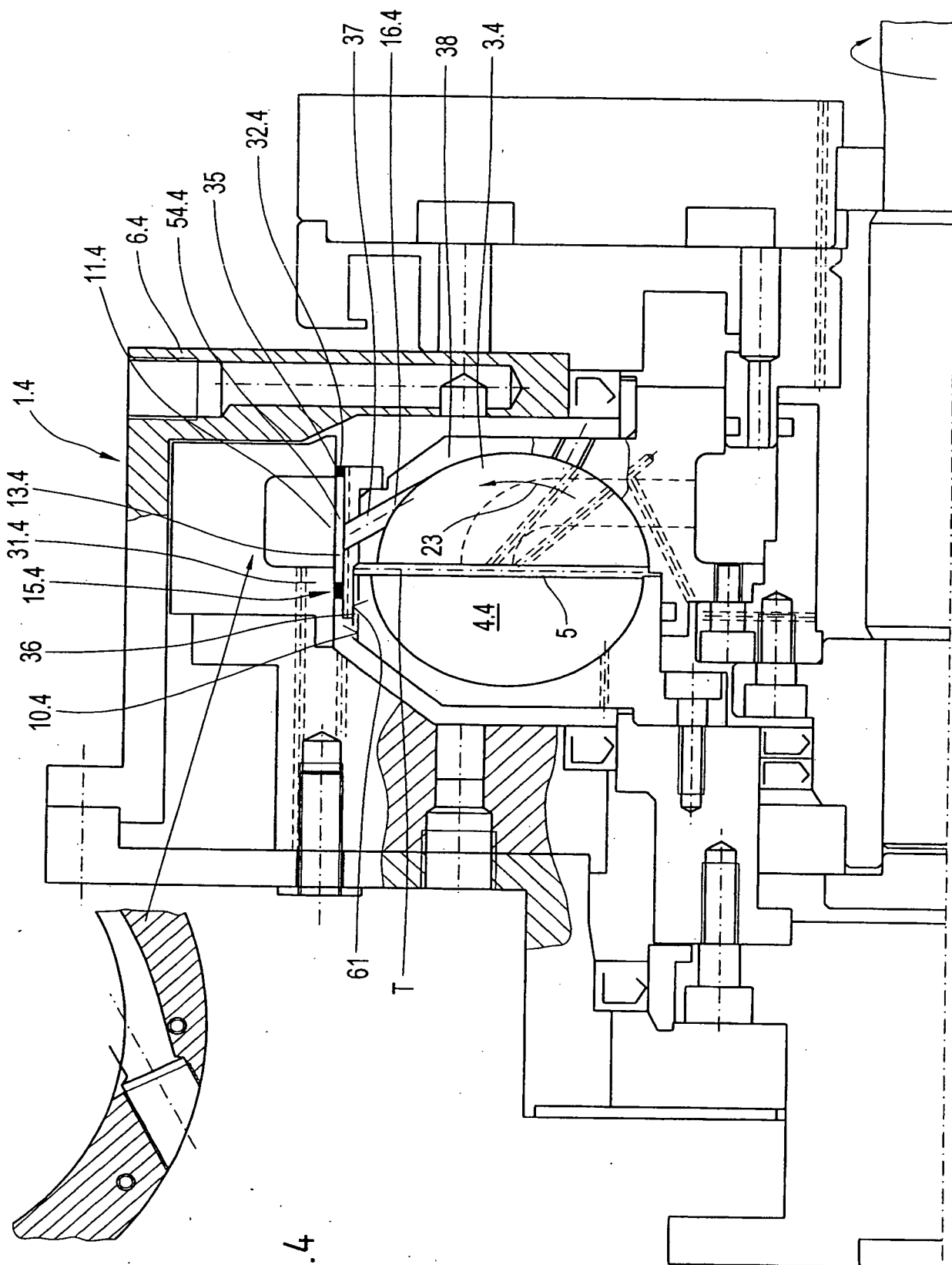


Fig. 4

Fig.5a

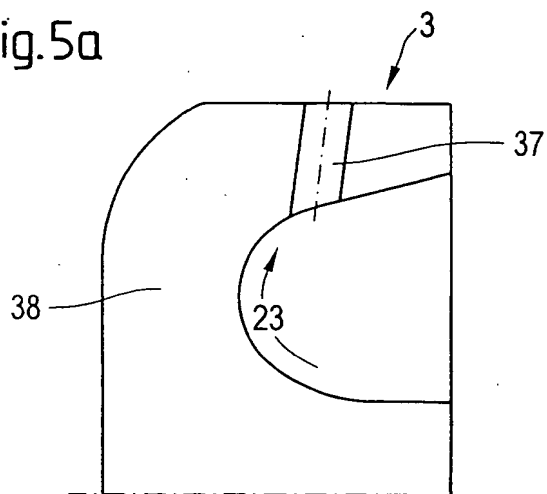


Fig.5b

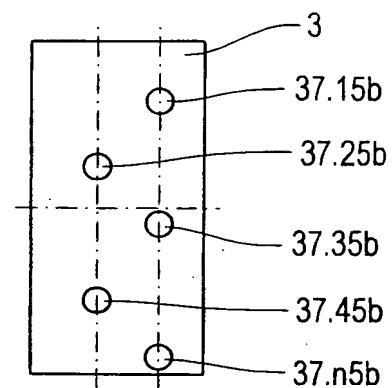


Fig.5c

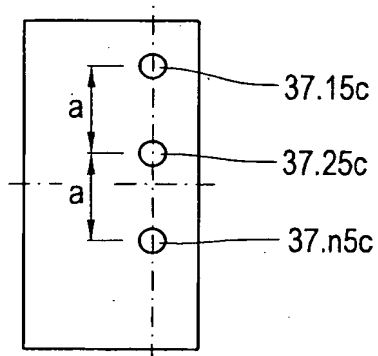


Fig.5d

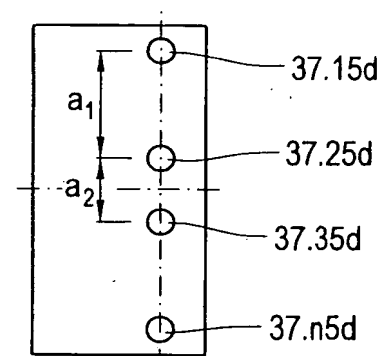


Fig.6

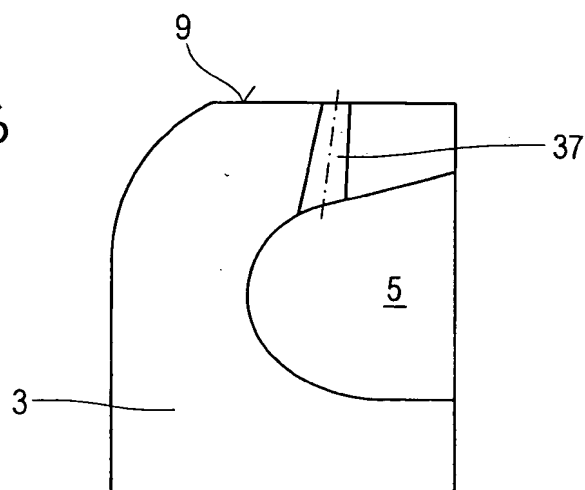


Fig.7a

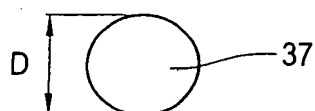


Fig.7b

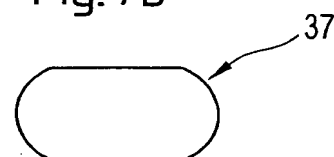


Fig. 8a

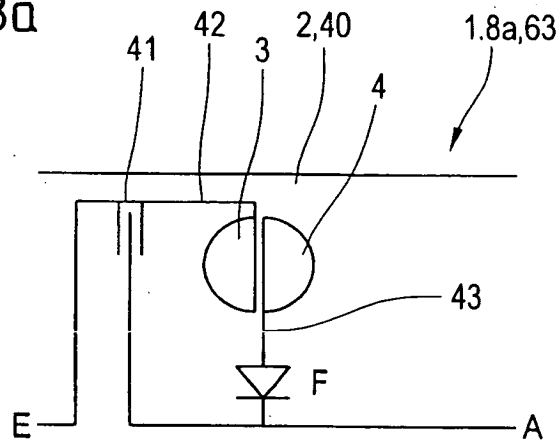
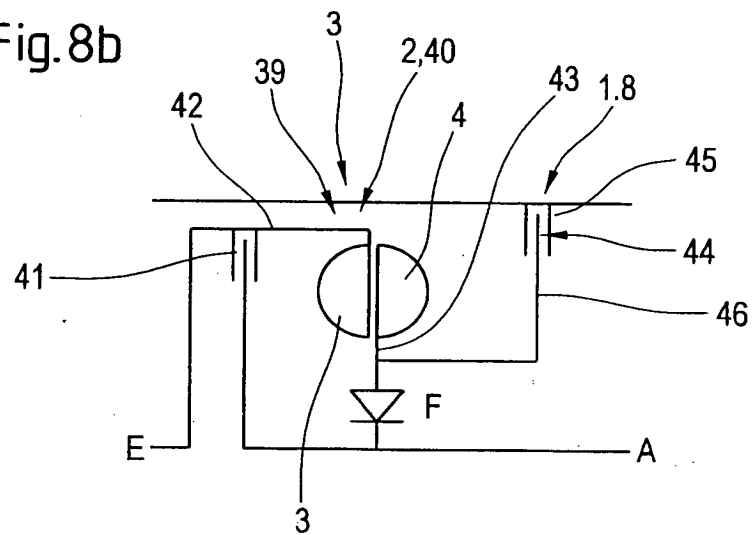
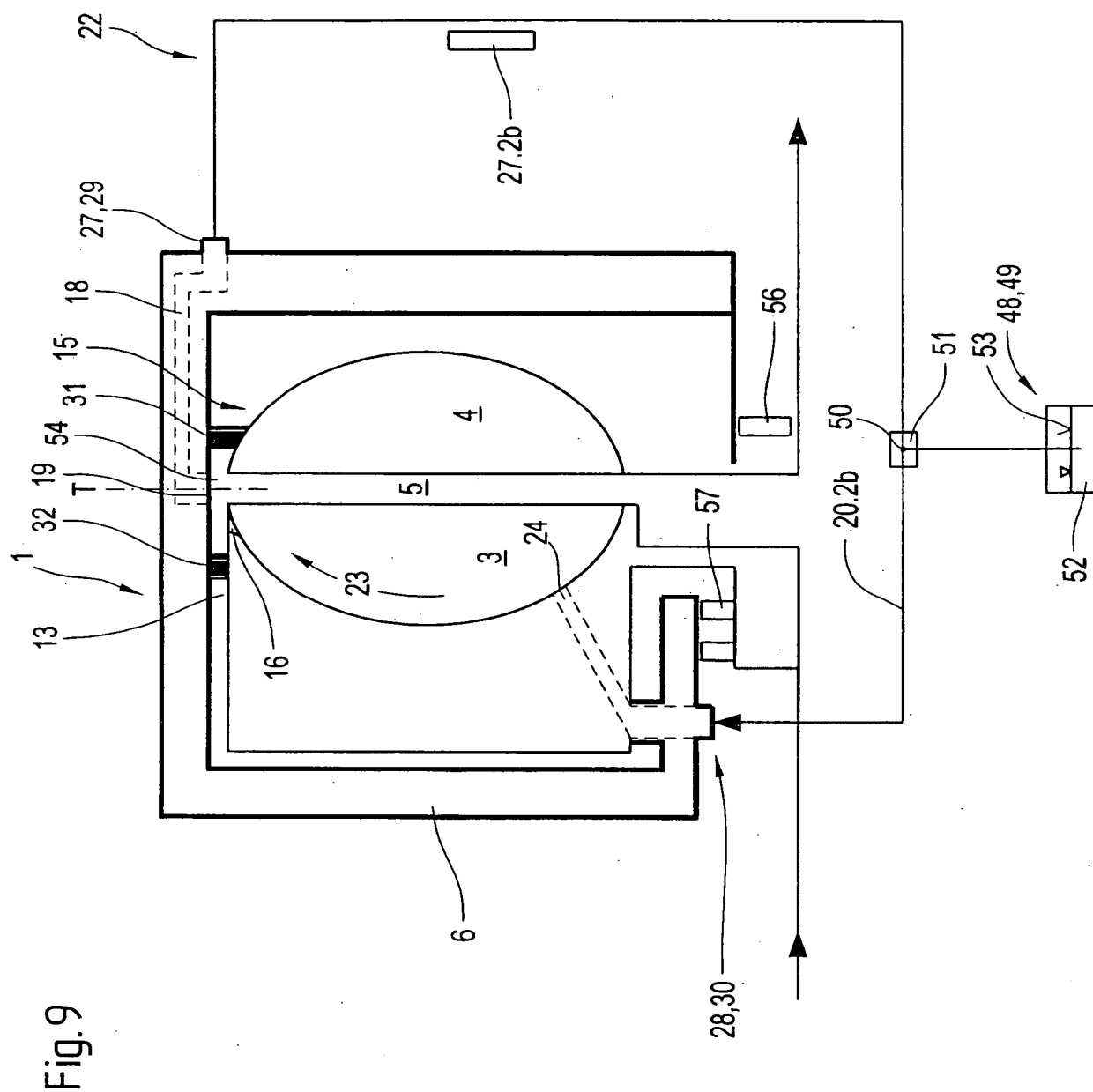
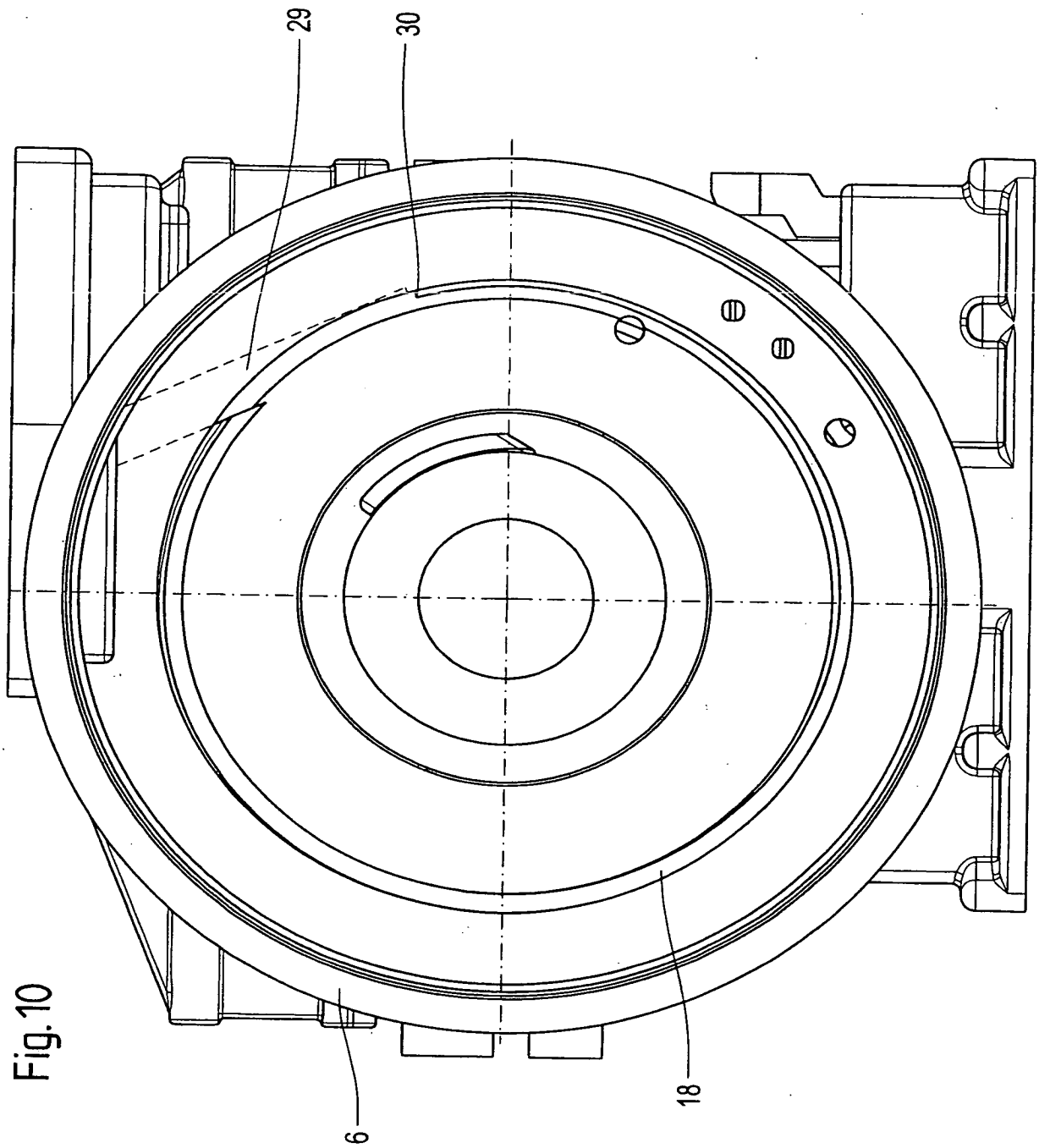


Fig. 8b









**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINE(S) OR MARK(S) ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)